Aus dem Schlachthof der Stadt Gießen.
Direktor: Stadtveterinärrat Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Zur Bewertung der Wasserstoff-Jonen-Konzentration für die Untersuchung des Rindfleisches auf Grund elektrometischer Messungen

STANFORD UNIVERSITY
AUG
23
1938
LIBRARY

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen.

Vorgelegt von

Wilhelm Krieger

Tierarzt aus Holzhausen

GIESSEN 1937

Buch-, Verlags- und Akzidenzdruckerei Eduard Seibert, Gießen, Ederstr. 3

Aus dem Schlachthof der Stadt Gießen.
Direktor: Stadtveterinärrat Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Zur Bewertung der Wasserstoff-Jonen-Konzentration für die Untersuchung des Rindfleisches auf Grund elektrometischer Messungen

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinär-medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen.

Vorgelegt von

Wilhelm Krieger

Tierarzt aus Holzhausen

GIESSEN 1937

Buch-, Verlags- und Akzidenzdruckerei Eduard Seibert, Gießen, Ederstr. 3

Gedruckt mit der Genehmigung der Veterinär-medizinischen Fak
zu Giessen.

Referenten: Dozent Dr. Keller
Prof. Dr. Standfuss.

Einleitung.

Es ist nicht nur Aufgabe der Fleischbeschau, Krankheiten der Tiere, welche die Genußtauglichkeit beeinträchtigen, festzustellen, sondern auch die Haltbarkeit des Fleisches einer Beurteilung zu unterziehen. Wenn nach statistischen Erhebungen 10 % aller von Tieren stammenden Lebensmitteln infolge Verderbnis für die menschliche Ernährung untauglich werden, so ist das Suchen nach Methoden verständlich, die ein frühzeitiges Erkennen der Vorgänge, die zur Verderbnis führen, gestatten. Ein Anhaltspunkt ob Fleisch haltbar sein wird oder nicht, ergibt die Fleischsäuerung. Bei gesunden Schlachttieren tritt eine Milchsäureanreicherung in der Muskulatur ein, welche die Muskelsubstanz als Nährboden für Mikroorganismen nicht geeignet macht. Tritt die Milchsäurebildung nicht ein, so können Fäulnisbakterien leicht in das Innere des Fleisches eindringen und sich dort stark vermehren. Die Säuerungsvorgänge in der Muskulatur sind demnach ein Indikator für die Haltbarkeit des Fleisches. In der vorliegenden Arbeit soll bei ganz normalen Rindern die Wasserstoffionenkonzentration in bestimmten Muskeln nach der Schlachtung bis zum Verdorbensein durch fortlaufende elektrometrische Messungen festgestellt werden, und der Versuch unternommen werden die Wasserstoffionenkonzentration für die Prognose der Haltbarkeit des Fleisches auszuwerten. Die seitherige Literatur soll dabei einer kritischen Prüfung unterzogen werden.

Einen Anhaltspunkt zur Beurteilung des Fleisches gibt die in Parallele zu ihr gesetzte H-Jonen-Konzentration, der in jüngster Zeit große Beachtung geschenkt wird. Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Beziehungen, die zwischen H-Jonen-Konzentration und der Fleischreife bestehen, näher untersucht werden und außerdem ein Beitrag über die Verwendbarkeit der H-Jonen-Messung zur Bestimmung der Haltbarkeit des Fleisches geliefert werden.

Physiologie der Muskulatur.

Der Begriff Fleisch, wie er im Fleischbeschaugesetz verankert ist, umfaßt alle zur menschlichen Ernährung verwendbaren Teile schlachtbarer Haustiere. Im Ramen dieser Arbeit soll lediglich die Muskulatur darunter verstanden werden. 30-50 % des Körpergewichtes werden von Muskulatur eingenommen, deren Trockensubstanz zum größten Teil aus Eiweißkörpern besteht. Daneben sind noch Fette, Lipoide, Kohlehydrate und der Muskelfarbstoff, der dem Hämoglobin nahe steht, darin enthalten. Nach Bürker stellt der Muskel eine chemodynamische Maschine dar, deren Energie durch Spaltung des Glykogens, speziell des Laktazitogens, einer Verbindung von Traubenzucker und Phosphorsäure, gewonnen wird. Auf nervösen Reiz hin werden im Muskel aus dem Laktazitogen Milch- und Phosphorsäure frei, welche die Oberflächenspannung der Myofibrillen erhöhen und so die Kontraktion bedingen. Bei der Erschlaffung tritt ein rückläufiger Vorgang ein, wobei durch Zufuhr von Sauerstoff ein Viertel der Milchsäure zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird. Die dabei freiwerdende Energie fördert die Rückbildung der übrigen Milchsäure in Laktazitogen.

Postmortale Veränderungen.

Nach dem Tode, dem Aufhören der Gehirn-, Herz- und Atemtätigkeit findet noch ein Stoffwechsel statt, bis die Nährstoffe aus Blut und Lymphe aufgebraucht sind. Während im Leben diese Vorgänge reversibel sind, verlaufen sie nach dem Tode nur noch in einer Richtung (Bongert). Die Totenstarre mit allen Erscheinungen einer Kontraktion tritt ein (Bürker). Die Muskeln kontrahieren sich und werden hart; Laktazitogen schwindet und Milchsäure reichert sich an. Da die Zufuhr von Sauerstoff unterbunden ist, kommt die Rückbildung der Milchsäure in Laktazitogen nicht zustande. Die zuerst einsetzenden Veränderungen sind physikalisch-chemischer Natur und äußern sich in Gerinnungserscheinungen, Veränderungen der Farbe, der Konsistenz, und der Reaktion. Während beim Blut die Gerinnung sehr sinnfällig ist und die Erstarrung des Fettes auf derselben Erscheinung beruht, ist die Muskelstarre nicht ein Vorgang der Gerinnung, sondern durch die Quellung der Muskelkolloide bedingt. Im Anschluß daran treten Strukturveränderungen auf, wobei die Milchsäure das Sarkolemm, das die einzelnen Muskelfasern und -bündel umgibt, schädigt und so für Wasser undurchlässig macht. Das Muskeleiweiß quillt durch fortgesetzte Wasseraufnahme. Die weitere ungehemmte Bildung der Milchsäure aus Glykogen ver-

ändert das Eiweiß selbst durch Verwandlung des löslichen Myogens und Myosins in unlösliches Myogen- und Myosinfibrin. Dabei wird das Wasser abgepreßt und die Erschlaffung tritt ein, die aber nicht in Parallele zu der Erschlaffung des lebenden Muskels zu setzen ist. An den weiteren Abbau- und Zersetzungsvorgängen beteiligen sich die intrazellulären Fermente, die im Leben den inneren Stoffwechsel und die verschiedenen Organfunktionen regeln. Sie leiten die Autolyse ein, wobei das Eiweiß bis zu Aminosäuren und Ammoniak abgebaut wird. Nach einer gewissen Zeit, je nach den äußeren Verhältnissen, die das Eindringen der Bakterien begünstigen oder hemmen, setzen die Fäulnisprozesse ein, die zunächst noch neben der Autolyse einhergehen, später jedoch allein den weiteren Abbau der organischen Substanz des Körpers in einfache Verbindungen vollenden (Bongert). Die Vorgänge, die sich nach der Schlachtung bis zum Eintritt des Bakterienwachstums und der in engem Zusammenhang damit stehenden Fäulniserscheinungen abspielen, bezeichnet man als die Reifung des Fleisches. Nach Grüttner (9) zeichnet sich das lebenswarme Fleisch geschlachteter Haustiere durch seine lebhaft glänzende Farbe und festgefügte Beschaffenheit aus. Die Muskelfasern und -bündel heben sich deutlich ab, die feineren und stärkeren Bindegewebsstreifen zeigen einen silberigen Glanz. Das Fleisch läßt sich sehr schwer schaben, wobei das Bindegewebe Widerstand leistet. Nach der Reifung, deren Hauptsympton die Bildung der Milchsäure ist, nimmt das Fleisch an Stelle seines ursprünglichen faden Geschmackes einen aromatischen an. Die Farbe wird heller, die Konsistenz weicher, Fingereindrücke bleiben etwas bestehen und der Glanz wird vermindert. Schabefleisch läßt sich ohne große Mühe herstellen. Makaritscheff (19) teilt die Reifung in zwei Phasen ein, die oxydierende und die autolytische. Die erste ist gekennzeichnet durch das beständige Ansteigen der Milchsäure, sie verläuft am intensivsten und bedingt den Eintritt der zweiten Phase. Die charakteristischen Eigenschaften der zweiten Phase sind das Ueberwiegen der Eiweiß- und Kohlenhydrathydrolyse. Während die erste Phase nach 20—30 Stunden abgeschlossen ist, kann die zweite je nach dem Aufbewahren bei niederen Temperaturen eine weitgehende Verzögerung erfahren. So erreicht in Kühlhäusern aufbewahrtes Fleisch seine endgültige Reife erst nach 8—14 Tagen. Als weiteres Merkmal zur Beurteilung der Reife bezeichnet Makaritscheff (18) die Reaktion des Fleisches auf Peroxydase, wobei H_2O_2 in Wasser und Sauerstoff zerlegt wird. Die Bedeutung der Peroxydase im Lebensprozeß ist noch umstritten, ihr Vorhandensein im lebenden Organismus wird von einigen Autoren geleugnet und

ihre Wirkung dem Hämoglobin zuerteilt. Entweder stimuliert die Peroxydase die Bildung der Milchsäure, oder sie entsteht erst sekundär. Bei seinen Untersuchungen fand Makaritscheff, daß das Fleisch gesunder und ausgeruhter Tiere 20—30 Stunden nach der Schlachtung eine deutliche Reaktion auf Peroxydase ergab, unmittelbar nach der Schlachtung jedoch keine. Weiterhin ist die Reaktion des Fleisches auf Chlor von Bedeutung für die Beurteilung. Sofort nach der Schlachtung bis zum Eintritt der Reife ergibt Rindfleisch eine positive Reaktion auf Chlor. Ein mit $AgNO_3$ versetzter Fleischextrakt wird trübe. Die Trübung steht im umgekehrtem Verhältnis zu der Zeit, die seit der Schlachtung vergangen ist. Markaritscheff untersuchte noch die Wirkung niederer Temperaturen auf den Fleischreifungsprozeß und fand, daß dabei die oxydierenden Prozesse nicht aufhören, sondern nur verlangsamt werden. Die chemofermentativen Prozesse können auch bei tiefen Temperaturen weiter gehen. Außerdem beobachtete Makaritscheff die Filtrationsgeschwindigkeit des Fleischextraktes. Bei ungereiftem und in Zersetzung begriffenem Fleisch verläuft die Filtration weniger schnell als bei gereiftem Fleisch. Die Geschwindigkeit der Filtration des in Zersetzung befindlichen Fleisches steht in umgekehrtem Verhältnis zu dem Grade der Zersetzung. Je weiter diese fortgeschritten ist, um so langsamer erfolgt die Filtration. Nach Hökl (15) ist der lebende, gesunde Muskel alkalisch. Die eintretende Säuerung hält so lange an, als ein Vorrat an Glykogen vorhanden ist und es nicht zur Eiweißzersetzung kommt. Bei der Eiweißspaltung werden basische Gruppen frei; dadurch verändert sich die Reaktion des Fleisches und wird neutral. Diese Entsäuerung kann durch Bakterien beschleunigt werden. Andrejewsky (1) berichtet, daß das Filtrat von Fleischauszügen 20—30 Stunden nach der Schlachtung hell und klar ist, da bei der Säuerung Albumine vorhanden sind. Bei der beginnenden Fäulnis werden auch Globuline frei und verursachen eine Trübung des Extraktes. Messner (21), der diese Untersuchungen nachprüfte, konnte sie nicht bestätigen.

Die Messung der H-Jonen-Konzentration und ihre Bedeutung für die Beurteilung des Fleisches.

Die Beurteilung des Fleisches erfolgt nach dem anatomischen und dem bakteriologischen Befunde, nach der Koch- und Bratprobe, nach dem Ausfall der Eberschen und der Bleiacetatprobe und nach der Prüfung der Fleischreife, deren Hauptsymptom die Bildung der Milchsäure ist. Mit Hilfe der H-Jonen-Messung kann die Säuerung

eurteilt werden. Andrejewsky (1) der diese Messung in die leischbeschau einführte, glaubte ihr eine überragende Bedeutung eimessen zu können. Das war eine Ueberschätzung, die wie van yen (22) ausführt, jeder neuen Methode zuteil wird. Die Aende- ung der H-Jonen-Konzentration wird von Makaritscheff (18), ndrejewsky (1) und Lenfeld (16) in einer mehr oder weniger ypischen Kurve ohne Temperaturangaben aufgezeichnet. Danach rfolgt innerhalb 24 Stunden ein Absinken der H-Jonen-Konzen- ration von pH 6,9 auf pH 6,0. Dieser Wert bleibt unverändert is zum 4. Tag bestehen. Dann steigen die pH-Werte in unregel- äßigem Verlauf bis zum 6. Tage an und erreichen einen Wert von ,8. An diesem Zeitpunkt ist das Fleisch verdorben. Van Oyen (22) tellt fest, daß das Fleisch normaler Schlachttiere unmittelbar nach er Schlachtung alkalisch oder neutral reagiert, 24 Stunden später ine deutlich saure Reaktion zeigt. Die Ursache der Säuerung sieht an Oyen in dem im Fleisch befindlichen Glykogen und den Fer- ienten. Nach einer Arbeit von Martin (20) befinden sich im Rind- leisch 3 Stunden nach der Schlachtung 0,43 bis 0,52 % Glykogen, ach 3 Tagen 0,07 bis 0,02 %, nach 6 Tagen nur noch 0,02 % und veniger. Nach den Untersuchungen von Schoon (28) befinden ich eine halbe Stunde nach der Schlachtung 0,59 % Glykogen im Muskel, nach 24 Stunden noch 0,20 %. Dieser Schwund des Glyko- ens steht in Beziehung zu dem Steigen der Säuerung. Schoon ibt folgende pH-Werte für unmittelbar nach der Schlachtung ge- essenes Rindfleisch an: Mittelwert = 6,6, Höchstwert = 6,8 und iedrigster Wert = 6,3. 24 Stunden nach der Schlachtung gibt er en Höchstwert mit 5,9, den Mittelwert mit 5,7 und den niedrigsten Vert mit 5,5 an.

Messner (21) bezeichnet die Feststellung der Wasserstoff- onen-Konzentration für die Beurteilung des Fleisches gesunder und icht erheblich kranker Tiere in Bezug auf den Nachweis beginnen- er Fäulnis als ein brauchbares Hilfsmittel. Sie ergibt einen früheren linweis auf den Beginn der Fäulnis als alle anderen Untersuchungs- ethoden. Bei einem pH-Wert von 6,2 kann auf beginnende Fäulnis eschlossen werden. Vacha und Dohnal (29) finden sofort nach er Schlachtung bei Rindfleisch einen pH-Wert von 6,6—7,2. In den rsten drei Stunden nach der Schlachtung sinken die pH-Zahlen chneller, wenn das Fleisch bei Temperaturen über 0° C aufbewahrt ird. Das Maximum der Säuerung finden sie bei pH-Werten von ,6—5,8. Nach dem Erreichen der höchsten Säuerung steigen die H-Zahlen wieder an, wobei hohe Temperaturen beschleunigend,

niedrige verzögernd wirken. Grüttner (11) hält den säuerliche Geruch und die weiche Beschaffenheit des Fleisches für einen Anhaltspunkt zur Beurteilung der Reife, die aber erst im vorgeschrittenen Stadium möglich ist. Die Feststellung der H-Jonen-Konzentration kann jedoch nach seiner Ansicht die anderen Untersuchungsmethoden nicht ersetzen. Nach Hökl (15) ist der Wert der H-Jonen-Messung ersichtlich aus der zahlenmäßigen Abstufung der chemischen Reaktion. Aus dem Verlauf der Säuerung kann man Rückschlüsse auf den Vorrat an säuerungsfähigem Material und damit respektiv auf den intravitalen Zustand des Fleisches ziehen. Fleisch, das wenig oder gering säuert, empfiehlt Hökl zur schnellen Verwendung. Fooy hält die Bestimmung des Säuregrades für die einzig brauchbare Methode zum Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Für gut gesäuertes Rindfleisch gibt er einen pH-Wert von 6,0 an, Werte über 6,2 zeigen den Beginn der Fäulnis an und bei 6,4 und darüber kann meist schon organoleptisch die Fäulnis nachgewiesen werden. Schönberg (25) hält die Messung der H - Jonen - Konzentration für eine wertvolle Unterstützung bei der Untersuchung des Fleisches, insbesondere bei notgeschlachteten Tieren. Ein pH-Wert von 6,4 und darüber nach 24 Stunden zeigt an, daß das Fleisch nicht mehr dem freien Verkehr übergeben werden darf und zur Bereitung von Fleischwurst und Konserven ungeeignet ist. Unter Heranziehung anderer Untersuchungsmethsoden kann es noch im günstigsten Falle als minderwertig auf der Freibank verkauft werden. Normales Fleisch zeigt 24 Stunden nach der Schlachtung einen pH-Wert von 5,8—6,2. Höhere pH-Werte zeigen dagegen Rinder, die wegen Metritis, Peritonitis oder Tympanie geschlachtet wurden. Bei einem pH-Wert von 6,2 und darüber ist die baldige Verwendung des Fleisches empfehlenswert.

Während nach der Ansicht der bisher angeführten Autoren einer bestimmten pH-Zahl auch ein bestimmter Reifungsgrad des Fleisches entspricht, finden andere Autoren keine derartige Uebereinstimmung zwischen pH-Zahl und Reifung. So sprechen Herzner und Mann (13) der H-Jonen-Messung jede Bedeutung ab. Nach ihrer Ansicht gibt es kein einwandfreies chemisches Verfahren zum Nachweis beginnender Fäulnis. Sie fanden oft noch eine saure Reaktion vor, wenn andere Anzeichen für bereits eingetretene Fäulnis sprachen. Sie vermuten, daß der Säuerungsgrad noch von der früheren Säuerung her erhalten geblieben ist oder durch Bakterien verursacht wurde. Bei der Untersuchung verschiedener Muskeln auf den pH-Wert stellte Postma (23) erhebliche Abweichungen bei den ein-

zelnen Muskeln fest. So zeigte ein wegen Pericarditis traumatica notgeschlachtetes Rind im Vorderviertel einen pH-Wert von 6,3, im Hinterviertel dagegen einen Wert von 6,4. Bei seinen Messungen an Schweinefleisch fand er bei einigen Muskeln Werte über 6,2, besonders bei der Untersuchung der Ankonaeen, so daß nach der Einteilung von Schoon (28) das Fleisch bereits der Freibankgruppe zugeteilt werden müßte. Zwischen der Farbe des Muskels und der pH-Zahl fand Postma eine gewisse Uebereinstimmung. Blasse Muskeln säuerten weniger tief, die dunkeln dagegen tiefer. Die Ursachen dieser Unterschiede glaubte er in der Bildung von Fettsäuren zu erblicken. Der Blutgehalt ist ebenfalls in der Lage, die H-Jonen-Konzentration zu ändern, was bei schlecht ausgebluteten Tieren in Betracht zu ziehen ist. Bei ganz normalen Tieren tritt eine Erhöhung der pH-Zahlen auf, wenn das Tier einem längeren Transport oder sonstigen körperlichen Anstrengungen ausgesetzt war. In diesem Falle ist der Glykogengehalt der Muskulatur vermindert. Bei pathologisch-anatomischen Veränderungen ist die pH-Zahl ebenfalls erhöht, steht aber in keinem Verhältnis zu der Veränderung, so daß sie ein Urteil über diese nicht gestattet.

Die Beziehungen zwischen H-Jonen-Konzentration und Bakteriengehalt des Fleisches.

Fooy (6) hat eingehende Untersuchungen angestellt, ob das Wachstum der Fleischvergifter bei einer H-Jonen-Konzentration von 5,8 weniger gut als bei einer H-Jonen-Konzentration von 6,9 ist. Aus den Versuchen, die unter Anwendung verschiedenster Nährböden angestellt wurden, ging hervor, daß eine Hemmung des Bakterienwachstums erst bei einer pH-Zahl kleiner als 5,0 auftritt und somit zu der Annahme berechtigt, daß die H-Jonen-Konzentration des normalen Fleisches keinen hemmenden Einfluß auf eine Infektion mit Fleischvergiftern ausübt. Graveninger (8) kommt auf Grund seiner Studien über die Bedeutung des Keimgehaltes und der Wasserstoff-Jonen-Konzentration für die Beurteilung der Würste zu dem Ergebnis, daß dem Nachweis der pH-Zahl keine Bedeutung zukommt, da sie keinerlei Rückschlüsse auf den Grad der bakteriellen Zersetzung gestattet. Hof (14) untersuchte die Tenazität des Maul- und Klauenseuchevirus bei verschiedenen pH-Werten. Er impfte Meerschweinchen mit Maul- und Klauenseuchevirus, tötete sie nach 24 bis 28 Stunden und prüfte die Haltbarkeit des Virus. Im Verlauf der Säuerung war die Tenazität des Virus bis zu einer H-Jonen-Konzentration von 6,0 unvermindert erhalten, bei einem Wert unter 6,0

konnte jedoch in keinem Falle das Virus nachgewiesen werden. Durch tiefe Temperaturen wurde die Säuerung verzögert und damit das Virus länger erhalten. Höhere Temperaturen dagegen bedingten frühzeitigen Eintritt der Säuerung und somit Vernichtung des Virus. Hof empfiehlt, von allen an Maul- und Klauenseuche erkrankten und zur Schlachtung kommenden Tieren, das Fleisch aufzubewahren, bis man annehmen kann, daß das Maximum der Säuerung erreicht ist und dann eine H-Jonen-Messung vorzunehmen. Claussen (5) berichtet bei seinen Untersuchungen über die Wasserstoff-Jonen-Konzentration in Leber und Nieren des Schweines, daß die Säuerung das Wachtum der Bakterien vermindert oder verzögert. Van Oyen (22) glaubt zur hygienischen Bedeutung der Milchsäuerung anführen zu können, daß sie ein vorzügliches Konservierungsverfahren darstelle, wobei die Entwicklung vieler Mikroorganismen gehemmt würde. Diese Hemmung würde sich nicht nur auf die Fäulnisbakterien beschränken, sondern auch für die Fleischvergifter zutreffen. Van Oyen gelangt zu dem Ergebnis, daß das Bakterienwachstum bei alkalischer Reaktion besser ist als bei sauerer. Außerdem sterben einige Bakterien unter dem Einfluß der Säuerung, so z. B. das Bakterium coli bei der Käsebereitung. Daß eine geringe Säuerung des Fleisches die Entwicklung der Paratyphuskeime endgültig verhütet, ist nach von Oyen zweifelhaft. Postma findet bei seinen Untersuchungen zwischen H-Jonen-Zahl und Bakteriengehalt keine Uebereinstimmung. Nach Hemmert-Halswick (12) bedingt die Milchsäure eine Aufquellung des Muskelkolloide unter Wasseraufnahme und verschlechtert dadurch die Wachstumsbedingungen der Bakterien. Bei geringer Säuerung verbessern sie sich. Grüttner (9) teilt mit, daß die Pseudomilzbrandbazillen und die von Standfuß beschriebenen Coli-Intermediusstämme, die häufig im Tierkörper nachzuweisen sind, den Stoffwechselveränderungen der Fleischreife nicht immer standhalten. Selbst dem Milzbrandbazillus gegenüber scheint das reifende Fleisch eine gewisse abtötende Wirkung zu besitzen. Nach Hökl (15) berechtigt ein hoher pH-Wert zu der Annahme, daß das Fleisch ein vorzeitiges Feld für die Tätigkeit der Bakterien bieten wird, da die Fäulniserreger einen nahe dem Neutralpunkt gelegenen pH-Wert bevorzugen.

Eigene Untersuchungen.

Material und Methodik.

Von geschlachteten Rindern wurden Fleischproben von 250 bis 500 g Gewicht entnommen und auf einem Teller im Kühlhaus auf-

bewahrt. Die erste Untersuchung wurde sobald als möglich, meist nur wenige Stunden nach der Schlachtung vorgenommen. Zur Messung der H-Jonen-Konzentration wurden 5 g Fleisch abgewogen und nachdem die mit der Luft in Berührung gewesenen Teile entfernt waren, auf dem Hartholzbrett zerkleinert. Das gehackte Fleisch wurde in ein 50 ccm fassendes Erlenmeyer-Kölbchen gebracht und 50,0 ccm Wasser zugegossen, darauf wurde 20 Sekunden geschüttelt und anschließend filtriert, wobei Hartfilterpapier verwendet wurde. Bei den früher durchgeführten Untersuchungen wurde die Fleischaufschwemmung meist nur kurz geschüttelt, eine viertel Stunde stehen gelassen und dann filtriert. Ein Vergleich der beiden Untersuchungsverfahren zeigte keine Abweichungen. Das zur Untersuchung verwandte Ebersche Reagens wurde jeweils frisch hergestellt.

Apparatur.

Zur genauen Messung des pH-Wertes dient in erster Linie die elektrometrische Methode, die von Makaritscheff (17) als die Standartmethode bezeichnet wird. Der im hiesigen Laboratorium verwandte Apparat, das Jonometer von Lautenschläger, München, ist ein nach der Schaltung von Pogendorf modifiziertes Kompensations-Potentiometer. Da die gebräuchlichen Elektroden, sowohl die Chinhydron- als auch die Wasserstoffelektrode, bei der Messung ihre Spannung ändern und dadurch ungenaue Resultate liefern, wird bei diesem Apparat die Stromlosigkeit, das Prinzip der Kompensierung, zur Messung herangezogen. Das Jonometer besteht im wesentlichen aus einer Meßbrücke, deren erstes Ende mit dem Pluspol der Meßbatterie, deren zweites mit dem Minuspol über einen regulierbaren Wiederstand verbunden ist. Zwei Abgriffe, von denen der eine mit dem Pluspol der Brücke fest verbunden ist, ermöglichen die Abnahme jedes beliebigen Kompensationsstromes innerhalb des Meßbereiches. In dem Kompensationskreis liegt ein Taster, ein Galvanometer und die zu messende Spannung, die mit ihrem Pluspol an den Pluspol der Brücke gegengeschaltet ist. Wenn beide Ströme gleich stark sind, zeigt beim Schließen des Stromkreises durch Niederdrükken des Tasters das Galvanometer keinen Ausschlag. Durch Verschieben des zweiten Abgriffes auf der Meßbrücke wird die Stromlosigkeit erreicht. Die abgegriffene Spannung ist dann gleich der zu messenden. Mit Hilfe des Umschalters kann das Normalement in den Kompensationskreis eingeschaltet werden, wodurch eine Eichung der Apparatur durch Aenderung des Widerstandes im Hauptstromkreis möglich ist. An Stelle der Meßbrücke, in Form eines ausge-

spannten Drahtes, ist im Jonometer von Lautenschläger ein kreisförmiges Potentiometer getreten, das die Handhabung außerordentlich vereinfacht und eine sofortige Ablesung des pH-Wertes auf der angebrachten Skala gestattet. Zusammen mit dem Jonometer wird eine Meßtauchkette nach Wulf-Kordatzki verwendet, bestehend aus einer Bezugs- und einer Meßelektrode, die zu einer Elektrodenkette zusammengesetzt sind. Die erstgenannte besteht aus einer gesättigten Kalomelelektrode, die Meßelektrode aus der zu messenden Flüssigkeit, die mit Chinhydron gesättigt ist. Die Vereinigung zu einer Kette geschieht durch Dazwischenschalten konzentrierter Kaliumchloridlösung, die mit Hilfe von porösen Tonscheiben, welche den Durchgang des Stromes ermöglichen, ein Vermischen der Lösungen jedoch verhindern, getrennt wird. Zwischen den beiden Elektroden besteht eine Spannung, welche dem pH-Wert entspricht. Außerdem ragt in die zu messende Flüssigkeit ein Thermometer hinein. Nach der Messung ist die Temperatur abzulesen und der pH-Wert nach einer beigefügten Tabelle zu korrigieren, so daß alle Untersuchungsergebnisse bei einer Temperatur von 18° C vorgenommen sind. Von Zeit zu Zeit wurde der Apparat mit der beigefügten Stammlösung kontrolliert.

Versuch 1.

Material:

Von einem frisch geschlachteten Rinde, gut genährt, zirka 2½ Jahre alt, wurde ein Stück Halsmuskulatur entnommen, außerdem defibriniertes Blut, Fett aus der Lendengegend, und ein Stück Sehne.

Zunächst wurde ein Extrakt von 5 g Muskulatur hergestellt, dann in steigenden Mengen Sehne zugesetzt.

Muskulatur	Sehne	pH-Wert
5 g		6,66
4 g	1 g	6,68
3 g	2 g	6,82
2 g	3 g	6,97
1 g	4 g	7,28
	5 g	7,62

Im folgenden Versuch wurde Blut zugesetzt.

Muskulatur	Blut	pH-Wert
5 g		6,54
4 g	1 g	6,81
3 g	2 g	7,01
2 g	3 g	7,25
1 g	4 g	7,64
	5 g	7,82

Im nächsten Versuch wurde Fett zugesetzt.

Muskulatur	Fett	pH-Wert
5 g		6,62
4 g	1 g	6,82
3 g	2 g	6,92
2 g	3 g	7,12
1 g	4 g	7,64
	5 g	8,43

Versuch 1 zeigt, daß Zugaben von Sehne, Blut und Fett, die pH-Zahlen erhöhen. Der Zusatz von Sehne bedingt nur eine geringe Aenderung, eine größere wird durch Zugabe von Fett hervorgerufen, besonders stark aber wird die pH-Zahl durch geringen Blutgehalt beeinflußt. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, bei der Messung der H-Jonen-Konzentration des Fleisches nur solche Muskeln zu verwenden, die wenig Fett- und Sehnengewebe enthalten und nur geringen Blutgehalt aufweisen. Deshalb wurde bei den folgenden Untersuchungen vorwiegend der M.rectus berücksichtigt.

Versuch 2.

Material:

Von einem 2jährigen, sehr gut genährten Gelbscheck-Bullen wurde der M.rectus untersucht.

Tage	M.rectus pH-Wert	Temperatur
5 Std.	6,68	
1	6,00	— 3° C
2	6,01	+ 2° C
3	5,93	± 0° C
4	5,78	+ 1° C
5	6,18	+ 1° C
6	6,22	± 0° C
7	6,11	+ 2° C
8	6,21	+ 2° C
9	6,22	+ 2° C
10	6,03	± 0° C

Versuchsergebnis:

Sofort nach der Schlachtung hat der Muskel einen pH-Wert von 6,68, nach 24 Stunden sinkt der Wert auf 6,00 und erreicht die tiefste Säuerung am 4. Tage mit 5,78. Am 6. Tage ist der pH-Wert auf 6,22 gestiegen, es erfolgt am 7. Tage ein Abstieg der pH-Zahl auf 6,11. Dann steigen bis zum 9. Tage die Werte auf 6,22 und sinken am 10. auf 6,03. Am 6., 8. und 9. Tag ist der pH-Wert über 6,2.

Versuch 3.

Material:

Von einem sehr gut genährten Gelbscheck-Rind, 1½ Jahre alt, wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
3 Std.	6,56	
1	6,05	+ 3° C
2	5,97	+ 2° C
3	5,96	± 0° C
4	5,87	+ 1° C
5	6,04	+ 1° C
6	6,04	± 0° C
7	5,94	+ 2° C
8	5,92	+ 2° C
9	5,97	+ 2° C

Versuchsergebnis:

Nach der Schlachtung wurde ein pH-Wert von 6,56 gemessen. Nach 24 Stunden sinkt der Wert auf 6,05 und erreicht die tiefste Säuerung am 4. Tag mit 5,87. Bis zum 6. Tag steigen die pH-Zahlen auf 6,04, sinken dann am 7. und 8. Tag auf 5,92 und am 9. Tag erfolgt wieder ein Ansteigen auf 5,97. Bemerkenswert ist, daß die Unterschiede zwischen den tiefsten und höchsten Punkten nicht allzu groß sind.

Versuch 4.

Material:

Von einem 1½jährigen gut genährten Gelbscheck-Bullen wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
3 Std.	6,70	
1	6,00	+ 2° C
2	5,86	+ 2° C
3	5,97	± 0° C
4	6,05	± 0° C
5	6,16	+ 2° C
6	6,16	± 0° C
7	6,26	+ 1° C
8	6,28	+ 1° C
9	6,30	+ 1° C
10	6,17	+ 1° C
11	6,11	+ 1° C
12	6,20	+ 1° C

Versuchsergebnis:

Drei Stunden nach der Schlachtung zeigt der M.rectus einen pH-Wert von 6,7, erreicht seine tiefste Säuerung am 2. Tag mit

5,86, um dann wieder bis zum 5. Tag auf 6,16 zusteigen. Am 6. Tag ist der gemessene pH-Wert der gleiche, dann erfolgt ein weiterés Ansteigen bis zum 9. Tag auf 6,3, ein Absinken bis zum 11. Tag auf 6,11. Am 12. Tag ist der Wert auf 6,2 gestiegen. Am 7., 8. und 9. 9ag ist der pH-Wert höher als 6,2. Am 12. Tag erreicht er 6,2 und am 10. und 11. Tag ist der Wert unter 6,2. Der pH-Wert von 6,3 am 9. Tag kann also nicht als Indikator für die beginnende Fäulnis herangezogen werden.

Versuch 5.

Material:

Von einem 2jährigen sehr fetten Gelbscheck-Bullen wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
4 Std.	6,53	
1	5,94	+ 2° C
2	5,83	+ 2° C
3	5,93	± 0° C
4	5,95	± 0° C
5	6,13	+ 2° C
6	6,13	± 0° C
7	6,30	+ 1° C
8	6,32	+ 1° C
9	6,33	+ 1° C
10	6,12	+ 1° C
11	6,21	+ 1° C
12	6,28	+ 1° C

Versuchsergebnis:

Vier Stunden nach der Schlachtung beträgt der pH-Wert 6,53, sinkt dann ab und erreicht die tiefste Säuerung am 2. Tag mit 5,83. Zwischen dem 5. und 6. Tag ist keine Veränderung der pH-Werte zu verzeichnen, der Wert ist 6,13. Am 9. Tag ist eine pH-Zahl von 6,33 gemessen worden. Dann erfolgt ein Abfallen am 10. Tag auf 6,12 und am 12. Tag ist die pH-Zahl auf 6,28 gestiegen. Zwischen dem 7. und 9. Tag überschreiten die pH-Werte 6,2, sinken jedoch am 10. Tag unter 6,2 um am 11. Tag wieder darüber zu steigen. Der pH-Wert von 6,30 am 7. Tag zeigt nicht die beginnende Fäulnis an.

Versuch 6.

Material:

Von einer 7—8jährigen braunen Kuh in mäßigem Ernährungszustand wurde der M.longissimus dorsi untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
3 Sd.	6,73	
1	5,92	+ 3° C
2	5,92	+ 2° C
3	5,77	± 0° C
4	5,75	+ 1° C
5	5,84	+ 1° C
6	5,82	± 0° C
7	5,92	+ 2° C
8	6,15	+ 2° C
9	6,10	+ 2° C

Versuchsergebnis:

Drei Stunden nach der Schlachtung zeigt der M.longissimus dorsi eine Wasserstoff-Jonen-Konzentration von 6,73. Am 1. Tag sinken die Werte schnell ab auf 5,92 und erreichen die tiefste Säuerung am 4. Tag mit 5,75. Vom 5. nach dem 6. Tag hin erfolgt ein Absinken der pH-Werte, am 8. Tag ein Ansteigen auf den pH-Wert 6,15. Am 9. Tag sinken die Werte auf 6,10. Nach dem 4. Tag zeigt das Fleisch eine sehr mürbe und brüchige Beschaffenheit, die Filtration erfolgte an allen Tagen gleichmäßig rasch.

Versuch 7.

Material:

Von einem 1½ jährigen gut genährten Gelbscheck-Rinde wurde der M.rectus untersucht.

Versuchsergebnis:

Tag	pH-Wert	Temperatur
3 Std.	6,63	
3	6,28	+ 1° C
4	6,25	+ 1° C
5	6,27	+ 1° C
7	6,18	+ 1° C
8	6,21	± 0° C
9	6,32	± 0° C
10	6,47	— 1° C
11	6,32	+ 2° C
12	6,36	+ 2° C
13	6,39	+ 1° C
14	6,40	+ 3° C

Drei Stunden nach der Schlachtung beträgt der pH-Wert 6,63, sinkt bis zum 4. Tag auf 6,25 und verzeichnet am 7. Tag einen weiteren Abstieg auf 6,18. Am 10. Tag ist der Wert auf 6,47 gestiegen, am 11. Tag sinkt er auf 6,32 und steigt dann bis zum 14. Tag auf 6,40. Die Ebersche Probe ist am 14. Tag negativ. Am 7. Tag ist die

pH-Zahl unter 6,2, und am 10. Tag über 6,4 gestiegen. Die H-Jonen-Konzentration bewegt sich mit Ausnahme des 1., 7. und 10. Tages zwischen den Werten 6,2 bis 6,4. Irgendwelche Anzeichen für beginnende Verderbnis konnte während dieser Zeit nicht gefunden werden.

Versuch 8.

Material:

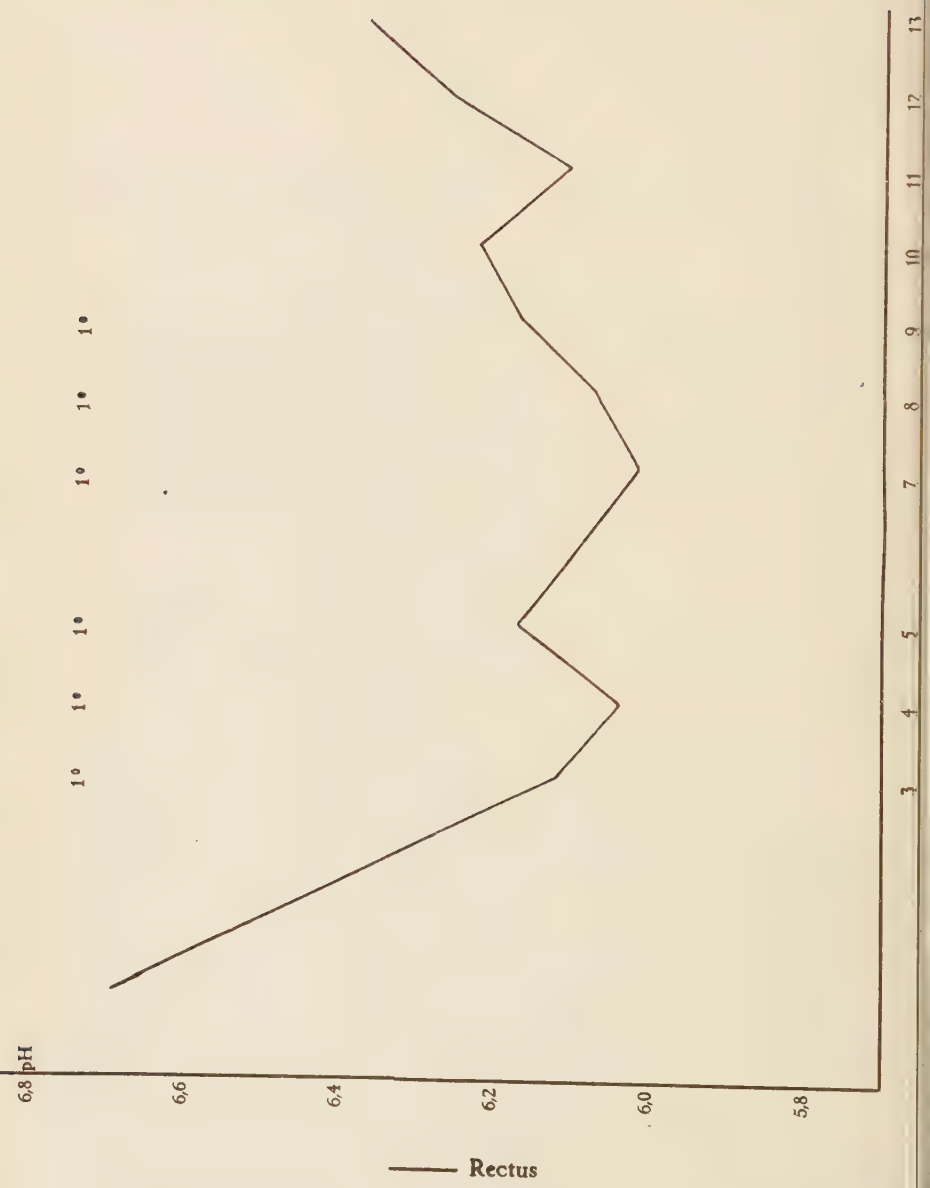
Von einem 5 Jahre alten sehr kräftigen und gut genährten Gelbscheck-Bullen wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
3 Std.	6,69	
3	6,11	+ 1° C
4	6,03	+ 1° C
5	6,17	+ 1° C
7	6,00	+ 1° C
8	6,05	± 0° C
9	6,15	± 0° C
10	6,20	— 1° C
11	6,08	+ 2° C
12	6,23	+ 2° C
13	6,34	+ 2° C
14	6,41	+ 3° C

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchung, drei Stunden nach der Schlachtung beträgt der pH-Wert 6,69. Die tiefste Säuerung wird am 4. Tag erreicht bei einem pH-Wert von 6,03. Am 5. Tag erfolgt ein Ansteigen auf 6,17, am 7. Tag ein Abstieg auf 6,00. Bis zum 10. Tag steigen dann die pH-Werte und der Wert beträgt 6,20. Am 11. Tag wird nur 6,08 gemessen, darauf steigen die Werte bis zum 14. Tag bis auf 6,41. Die Ebersche Probe ist negativ. Uebereinstimmend mit dem vorigen Versuch ist das Sinken der ph-Zahlen am 4., 7. und 11.. Tag zu verzeichnen. Die Werte bewegen sich jedoch hier vom 3. bis zum 10. Tag zwischen 6,1 und 6,2. Zu Beginn der Versuches ist die pH-Zahl außerordentlich hoch. Vergleicht man den Verlauf der beiden Versuche Nr. 7 und Nr. 8 miteinander, so findet man, daß im Versuch 7 nicht so große Intervalle zwischen den einzelnen Höchst- und Tiefpunkten zu verzeichnen sind als im Versuch 8. Beginnende Fäulnis bei pH 6,41 am 14. Tag ist nicht nachzuweisen.

Kurve 8.



Versuch 9.

Material:

Von einem 1½ jährigen gut genährten Gelbscheck-Ochsen wurden M.masseter und M.rectus untersucht..

Tag	pH-Wert M.ma	pH-Wert M.re	Temperatur
3 Std.	6,63	6,83	
2	6,42	6,28	+ 1° C
3	6,50	6,23	+ 1° C
4	6,66	6,24	+ 1° C
6	6,83	6,27	+ 1° C
8	7,00	6,38	± 0° C
9	7,26	6,50	± 0° C
10	7,57	6,42	+ 2° C
11		6,97	+ 2° C
12		7,35	+ 1° C
13		7,04	+ 3° C

Versuchsergebnis:

Drei Stunden nach der Schlachtung beträgt die H-Jonen-Konzentration des M.rectus 6,83, die des M.masseter 6,63. Es erfolgt ein Absinken bis zum 3. Tag, dabei säuert der M.rectus bedeutend tiefer. Sei pH-Wert beträgt 6,23. Der M.masseter erreicht seinen tiefsten Wert bereits am 2. Tag mit 6,42, um dann kontinuierlich zu steigen und am 8. Tag den Wert von 7,00 zu erreichen. Die Ebersche Probe ist hier positiv. Der M.rectus zeigt ein Ansteigen bis zum 9. Tag auf den Wert von 6,50. Darauf erfolgt ein Absinken am 10. Tag auf 6,42, und dann ein Ansteigen bis zum 12. Tag auf 7,35. An diesem Tag ist die Ebersche Probe noch negativ. Am 13. Tag sinkt der pH-Wert auf 7,04 und die Ebersche Probe ist positiv. Vermutlich wird auch am 7. Tag ein Absinken der Säuerung stattgefunden haben, das jedoch in der Kurve nicht in Erscheinung tritt, da an diesem Tag keine Messung vorgenommen wurde. Hätte auch am 10. Tag keine Messung stattgefunden, so würde die Kurve die größte Aehnlichkeit mit der von Makaritscheff angegebenen erhalten haben.

Versuch 10.

Material:

Der folgende Versuch wurde bei Zimmertemperatur durchgeführt. Von einer gut genährten 6jährigen Gelbscheck-Kuh wurde ein Stück vom Zwerchfellpfeiler und ein Stück des M.rectus entnommen und bei Zimmertemperatur von 17° C aufbewahrt.

Tag	pH-Wert Zw.	pH-Wert M. re	Temperatur
4 Std.	6,55	6,79	
1	6,19	6,07	+ 17 ° C
2	6,42	6,31	+ 17 ° C
3	6,49	6,24	+ 17,5° C
4	6,56	6,36	+ 17 ° C
5	6,31	6,39	+ 17 ° C
6	6,29	6,44	+ 17 ° C
7	6,26	6,55	+ 17 ° C

Versuchsergebnis:

Die tiefste Säuerung tritt bereits am 1. Tag, nach 24 Stunden ein und zwar säuert der M.rectus, der zu Beginn des Versuches einen höheren pH-Wert als der Zwerchfellpfeiler aufzeigt, tiefer als dieser. Die Werte sind am 1. Tag 6,07 für den M.rectus und 6,19 für den Zwerchfellpfeiler. Am 2. Tag sind die Werte beträchtlich gestiegen, der M.rectus auf 6,31. Am 3. Tag zeigt der M.rectus einen Abfall des pH-Wertes auf 6,24, dann erfolgt ein Ansteigen bis zum 7. Tag auf 6,55. An diesem Tag ist die Ebersche Probe positiv, während sie am Tag vorher bei einem pH-Wert von 6,44 noch negativ war. Der pH-Wert des Zwerchfellpfeilers steigt nach dem 2. Tag bis zum 4. Tag auf 6,56, sinkt dann am 5. Tag auf 6,31 und weiter bis zum 7. Tag auf 6,26. Die Ebersche Probe ist hier ebenfalls positiv, am 6. Tag bei einem pH-Wert von 6,29 noch negativ. Beide Proben zeigen während der 7 Tage ein zweimaliges Absinken der pH-Werte. Das Absinken erfolgt gemeinsam am 1. Tag, das zweite Absinken des M.rectus am 3. Tag, das des Zwerchfellpfeilers am 5. Tag und den folgenden.

Versuch 11.

Material:

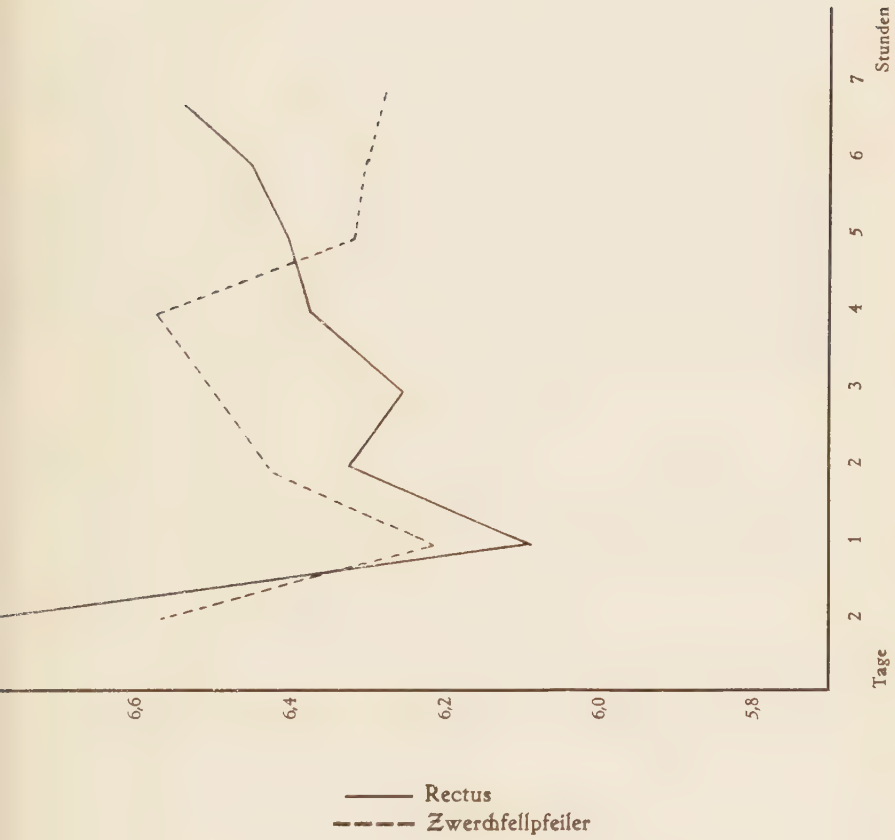
Von einer 3jährigen gut genährten Gelbscheck-Kuh mit Lungentuberkulose wurde der M.rectus und der Zwerchfellpfeiler untersucht.

Tag	pH-Wert Zw.	pH-Wert M. re	Temperatur
1 Std.	6,05	5,97	+ 17 ° C
2	6,36	6,30	+ 17 ° C
3	6,31	6,26	+ 17,5° C
4	6,51	6,31	+ 17 ° C
5	6,29	6,40	+ 17 ° C
6	6,40	6,59	+ 17 ° C
7	6,50	6,56	+ 17 ° C

Versuchsergebnis:

Nach 24 Stunden ist die tiefste Säuerung erreicht, der pH-Wert des M.rectus beträgt 5,97, der des Zwerchfellpfeilers 6,05. Nach zwei mal 24 Stunden steigen die Werte rasch an, der des M.rectus

Kurve 10.


Stunden
7
6
5
4
3
2
1
2
Tage
6,6
6,4
6,2
6,0
5,8
Rectus
Zwerchfellpfeiler

auf 6,30, und der des Zwerchfellpfeilers auf 6,36. Am 3. Tag erfolgt ein gemeinsamer Abstieg der pH-Werte, am 4. Tag und den folgenden bis zum 6. Tag steigen die pH-Werte des M.rectus. Am 7. Tag beträgt dessen Wert 6,56. Das Fleisch reagiert positiv auf die Ebersche Probe, am 6. Tag bei einem pH-Wert von 6,59 ist die Probe noch negativ. Der pH-Wert des Zwerchfellpfeilers zeigt bereits am 5. Tag ein starkes Absinken, dann steigt der Wert bis zum 7. Tag auf 6,5; die Ebersche Probe fällt hier positiv aus, während sie am 6. Tag bei einem pH-Wert von 6,4 negativ ist. Beide Fleischproben zeigen im Verlauf der 7tägigen Untersuchung ein dreimaliges Absinken der H-Jonen-Werte, das mit Ausnahme des letzten gemeinsam erfolgt.

Die Versuche 10 und 11 bestätigen die Behauptung, daß Temperaturen über 10 Grad die postmortalen Veränderungen des Fleisches beschleunigen. Dadurch wird die stärkste Säuerung bereits nach 24 Stunden erreicht. Das weitere Ansteigen und Abfallen der pH-Werte erfolgt in kürzeren Zeiten als bei den Fleischproben, die bei einer Temperatur von 0 bis 5 Grad aufbewahrt wurden.

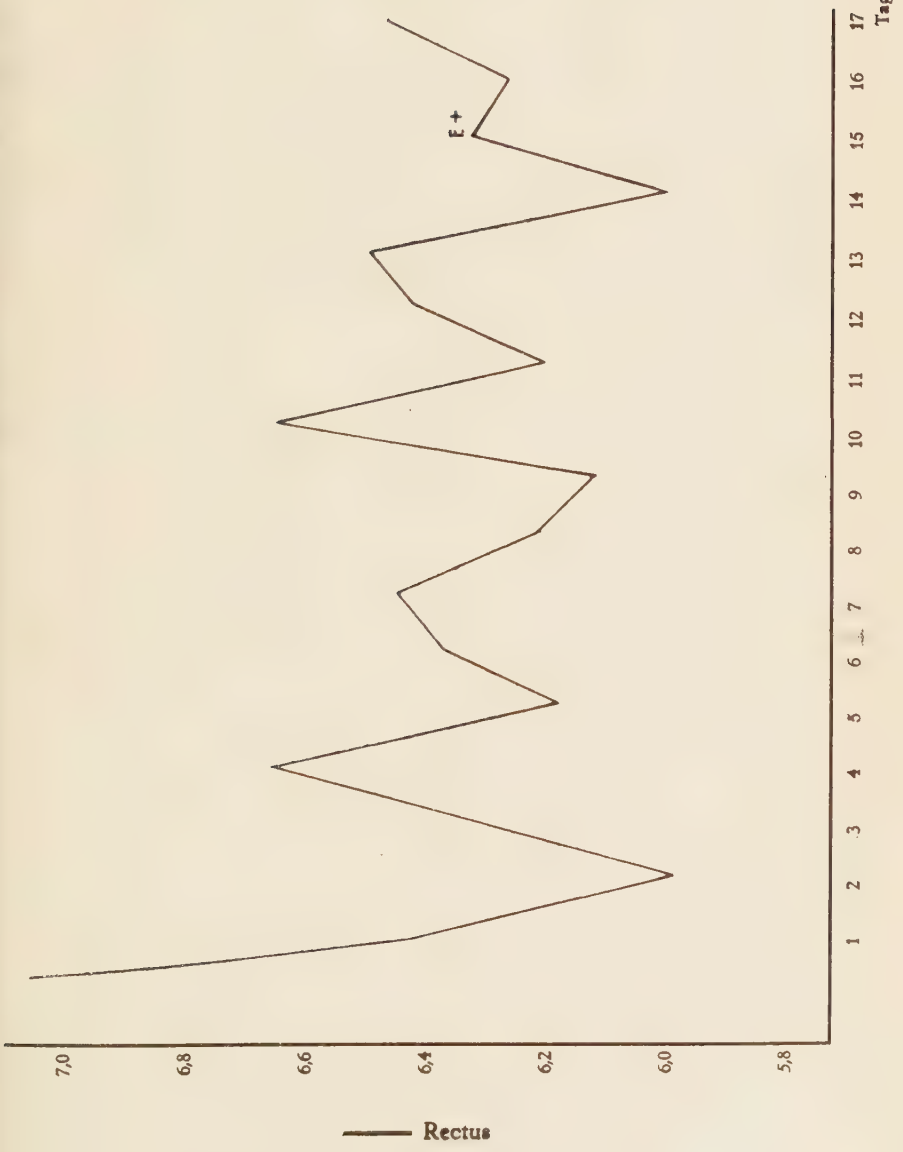
Versuch 12.

Material:

Von einem gut genährten Gelbscheck-Bullen, der am Tage vorher mit der Bahn transportiert und dann 1 Kilometer Weg zum Schlachthof geführt worden war, wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
3 Std.	7,25	
1	6,45	+ 3° C
2	6,00	+ 1° C
3	6,35	+ 1° C
4	6,70	+ 1° C
5	6,20	+ 1° C
6	6,40	+ 2° C
7	4,86	+ 2° C
8	6,24	+ 2° C
9	6,14	+ 2° C
10	6,69	+ 2° C
11	6,22	+ 1° C
12	6,44	+ 1° C
13	6,53	+ 1° C
14	6,01	+ 1° C
15	6,35	+ 1° C
16	6,28	+ 1° C
17	6,47	+ 1° C

Kurve 12.


7,0
6,8
6,6
6,4
6,2
6,0
5,8
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
Tage
E +
Rectus

Versuchsergebnis:

Drei Stunden nach der Schlachtung beträgt die H-Jonen-Konzentration 7,25, die Reaktion ist also basisch. Bis zum 2. Tag sinkt der Wert rasch ab auf 6,0. Am 4. Tag erreicht die pH-Zahl den Wert 6,70. Am 5. Tag ist sie wieder tief gesunken auf 6,2. Der ganze Verlauf der Kurve zeigt ein wechselndes steiles Ansteigen und starkes Abfallen der pH-Werte. Am 14. Tag sinkt der pH-Wert noch einmal sehr tief bis auf 6,01. Am 15. Tag ist der Extrakt sehr trübe und filtriert langsam. Die Ebersche Probe ist positiv bei einem pH-Wert von 6,35. Am 16. Tag sinkt die pH-Zahl auf 6,28 und steigt am 17. Tag auf 6,47 an. Der Verlauf der H-Jonen-Konzentration zeigt, daß durch die Ermüdung die Tiefe der ersten Säuerung nicht beeinträchtigt worden ist, jedoch zeigt der weitere Verlauf ein starkes Schwanken der pH-Werte.

Versuch 13.

Material:

Von einem 1½jährigen Gelbscheck-Ochsen wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
2 Std.	6,52	
1	6,33	+ 3° C
2	6,05	+ 3° C
3	6,07	+ 1° C
4	6,19	+ 1° C
5	6,34	+ 1° C
6	6,01	+ 1° C
7	6,16	+ 2° C
8	6,01	+ 2° C
9	6,20	+ 2° C
10	6,35	— 2° C
11	6,20	+ 2° C
12	6,07	+ 1° C
13	6,12	+ 1° C
14	6,08	+ 1° C
15	6,02	+ 1° C
16	6,18	+ 1° C
17	6,34	+ 1° C

Versuchsergebnis:

Zwei Stunden nach der Schlachtung beträgt der pH-Wert 6,52. Das Maximum der ersten Säuerung wird am 2. Tag mit einem pH-Wert von 6,05 erreicht. Am 3. und 4. Tag erfolgt ein Ansteigen bis zum 5. Tag. Am 6. Tag, am 8., 11. und 12., sowie am 14. und 15. sinken die pH-Werte; am 7., 9., 16. und 17. steigen sie. Der

ve 13.

Verlauf der Kurfe zeigt keinerlei Regelmäßigkeit. Die tiefstén pH-Werte werden am 6. und 8. Tag mit 6,01 gemessen; am 5. Tag, 10. und 17. steigen die Werte über 6,2 an. Am 17. Tag reagiert das Fleisch positiv auf die Ebersche Probe bei einem pH-Wert von 6,34.

Versuch 14.

Material:

Von einem 2jährigen gut genährten schwarzbunten Ochsen wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
2 Std.	6,79	
1	6,29	+ 3° C
2	5,93	+ 1° C
3	6,15	+ 1° C
4	6,16	+ 1° C
5	6,16	+ 1° C
6	6,13	+ 2° C
7	6,13	+ 2° C
8	6,09	+ 2° C
9	6,09	— 2° C
10	6,27	+ 2° C
11	6,08	+ 1° C
12	6,04	+ 1° C
13	6,10	+ 1° C
14	6,10	+ 1° C
15	5,94	+ 1° C
16	6,21	+ 1° C
17	6,30	+ 1° C

Versuchsergebnis:

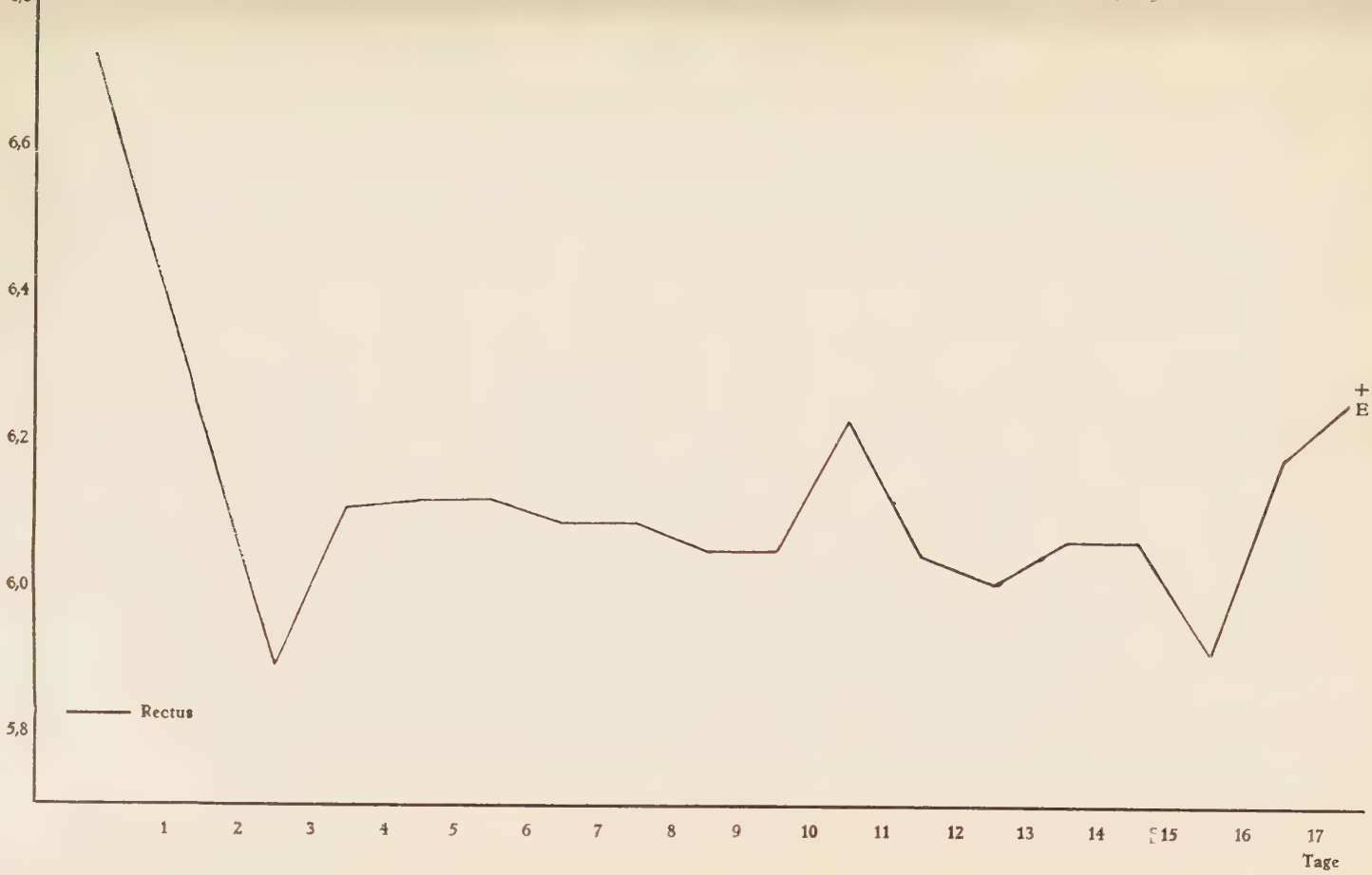
Zwei Stunden nach der Schlachtung ist der pH-Wert 6,79, sinkt am 1. und 2. Tag bis auf 5,93 und steigt am 3. Tag auf 6,15. An den folgenden Tagen erfolgt fast keine Aenderung. Am 10. Tag steigt der Wert auf 6,27, sinkt dann am 11. Tag auf 6,08. Am 15. Tag sinkt der Wert stark ab auf 5,94 und steigt dann wieder steil an. Am 17. Tag ist die Ebersche Probe positiv bei einem pH-Wert von 6,30. Der Verlauf der H-Jonen-Konzentration zeigt auch in diesem Versuch keine Regelmäßigkeit. Auffallend ist das letzte tiefe Absinken der pH-Zahl am 15. Tag.

Versuch 15.

Material:

Von einem 1½ jährigen gut genährten Gelbscheck-Rinde wurde M.rectus untersucht.

Kurve 14.



Tag	pH-Wert	Temperatur
2 Std.	6,62	
1	6,19	+ 3° C
2	6,08	+ 1° C
3	6,03	+ 1° C
4	6,08	+ 1° C
5	6,23	+ 1° C
6	6,14	+ 2° C
7	6,17	+ 1° C
8	6,16	+ 1° C
9	6,10	± 0° C
10	6,25	+ 2° C
11	6,17	+ 1° C
12	6,25	+ 1° C
13	6,14	+ 1° C
14	6,04	± 0° C
15	5,98	+ 1° C
16	6,41	+ 1° C
17	6,43	+ 1° C

Versuchsergebnis:

Zwei Stunden nach der Schlachtung wird ein pH-Wert von 6,62 gemessen. Die tiefste Säuerung wird am 3. Tag erreicht, der pH-Wert beträgt 6,03. Am 5., 10. und 12. Tag steigt der pH-Wert über 6,2; die Schwankungen innerhalb dieser Tage sind nicht erhebheblich. Am 15. Tag erfolgt ein außerordentlich tiefes Absinken der pH-Werte auf 5,98. Dann steigen die pH-Zahlen bis zum 17. Tag auf 6,43. Bemerkenswert ist das tiefe Absinken am 15. Tag. Am 17. Tag ist die Ebersche Probe negativ.

Versuch 16.

Material:

Von einem 4jährigen sehr gut genährten schwarzbunten Bullen wurde der M.rectus untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur
1 Std.	6,54	
1	6,11	+ 3° C
2	6,07	+ 1° C
3	6,13	+ 2° C
4	6,12	+ 1° C
5	6,12	+ 1° C
6	6,09	± 0° C
7	6,09	± 0° C
8	6,06	± 0° C
9	6,18	— 1° C
10	6,15	± 0° C

Tag	pH-Wert	Temperatur
11	6,22	+ 2° C
12	6,05	+ 2° C
13	6,05	+ 2° C
14	5,96	± 0° C
15	6,23	± 0° C
16	6,35	+ 1° C
17	6,18	+ 2° C
18	6,22	+ 1° C
19	6,27	+ 1° C
20	6,60	+ 1° C

Versuchsergebnis:

Nach der Schlachtung beträgt der pH-Wert 6,54, die tiefste Säuerung wird am 2. Tag erreicht, die pH-Zahl beträgt 6,07. Die Kurve nimmt dann einen gleichmäßigen Verlauf ohne erhebliche Abweichungen bis zum 8. Tag, dann steigen die pH-Werte bis zum 11. Tag auf 6,22 und sinken bis zum 14. Tag auf 5,96. Darauf steigen die Werte wieder, am 17. Tag ist noch ein Absinken zu verzeichnen und am 20. Tag ist ein Wert von 6,60 erreicht. Die Eberasche Probe ist vom 17. Tag an positiv. In diesem Versuch wurde die Trübung des Extraktes geprüft; am 15. Tag trat sie auf und am 18. war sie wieder verschwunden. Während dieser Zeit fühlte sich das Fleisch weich und schmierig an.

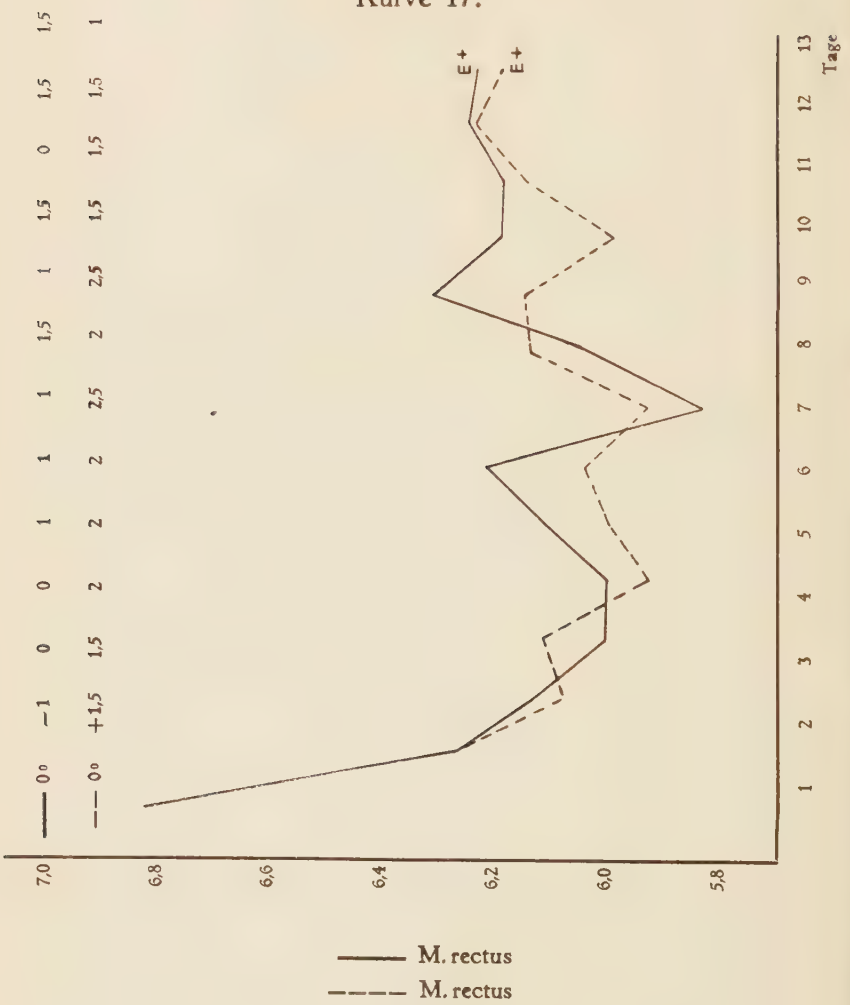
Versuch 17.

Material:

Von einem mäßig gut genährten Gelbscheck-Bullen, 2½ Jahre alt, wurde der M.rectus einer Seite bei tieferer Temperatur untersucht, als der M.rectus der anderen Seite.

Tag	pH-Wert	Temperatur	pH-Wert	Temperatur
3 Std.	6,82		6,82	
1	6,28	± 0 ° C	6,28	± 0 ° C
2	6,13	— 1 ° C	6,09	+ 1,5° C
3	6,02	± 0 ° C	6,12	+ 1,5° C
4	6,02	± 0 ° C	5,94	+ 2 ° C
5	6,12	— 1 ° C	6,01	+ 2 ° C
6	6,22	— 1 ° C	6,05	+ 2 ° C
7	5,84	— 1 ° C	5,94	+ 2,5° C
8	6,04	— 1,5° C	6,14	+ 2 ° C
9	6,31	— 1 ° C	6,15	+ 1,5° C
10	6,19	+ 1 ° C	6,00	+ 1,5° C
11	6,19	± 0 ° C	6,15	+ 1,5° C
12	6,25	— 1,5° C	6,24	+ 1 ° C
13	6,24	— 1,5° C	6,19	+ 1 ° C

Kurve 17.



0° −1 0 0 1 1 1 1,5 1 1,5 0 1,5 1,5
0° +1,5 1,5 2 2 2 2,5 2 2,5 1,5 1,5 1,5 1
E+
E+
7,0
6,8
6,6
6,4
6,2
6,0
5,8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Tage
M. rectus
M. rectus

Versuchsergebnis:

Bei der Aufbewahrung bei tieferen Temperaturen sinkt die H-Jonen-Konzentration bis zum 3. Tag; bei höheren Temperaturen steigt sie jedoch vom 2. nach dem 3. Tage an, am 4. Tag sinkt sie recht tief auf 5,94. Das bei Temperaturen zwischen 0 und — 1,5° aufbewahrte Fleisch zeigt während des Versuches höhere pH-Werte als das bei 1° C und 2° C aufbewahrte. Außerdem zeigt die letztere Probe nicht so große Schwankungen der H-Jonen-Konzentration als die ersten. Am 13. Tag ist bei beiden Untersuchungen die Ebersche Probe positiv.

Versuch 18.

Material:

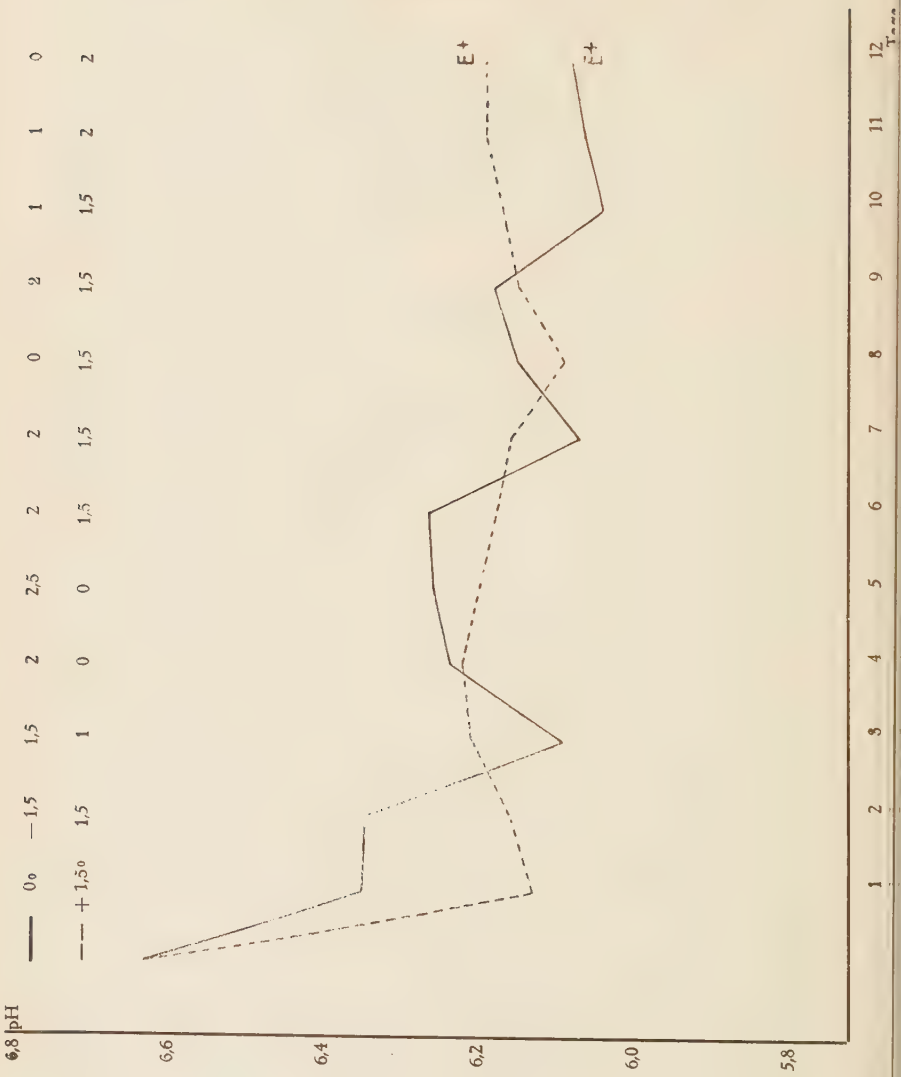
Von einem 1½jährigen gut genährten Gelbscheck-Bullen wurde der M.rectus einer Seite und in zwei gleich große Teile zerlegt. Der eine Teil wurde bei tieferen Temperaturen als der andere untersucht.

Tag	pH-Wert	Temperatur	pH-Wert	Temperatur
2 Std.	6,65		6,65	
1	6,36	± 0 ° C	6,14	+ 1,5° C
2	6,36	— 1,5° C	6,17	+ 1,5° C
3	6,10	— 1,5° C	6,22	+ 1 ° C
4	6,25	— 2 ° G	6,23	± 0 ° C
5	6,27	— 2,5° C	6,21	± 0 ° C
6	6,28	— 2 ° C	6,19	+ 1,5° C
7	6,08	± 0 ° C	6,17	+ 1,5° C
8	6,16	± 0 ° C	6,10	+ 1,5° C
9	6,19	— 2 ° C	6,16	+ 1,5° C
10	6,05	— 1 ° C	6,18	+ 1,5° C
11	6,07	— 1 ° C	6,20	+ 2 ° C
12	6,09	± 0 ° C	6,20	+ 2 ° C

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchung beträgt der pH-Wert 6,65, sinkt bei tieferen Temperaturen bis zum 3. Tag auf 6,10. Bei höheren Temperaturen ist die tiefste Säuerung nach 24 Stunden erreicht mit einem pH-Wert von 6,14. Der weitere Verlauf der H-Jonen-Konzentration zeigt erhebliche Schwankungen bei der Probe, die bei tieferen Temperaturen aufbewahrt wurde; die bei höheren Temperaturen aufbewahrte zeigt im Verlauf ihrer pH-Zahlen nur geringe Schwankungen. Am 12. Tag ist die Ebersche Probe in beiden Fällen negativ, die pH-Werte betragen an diesem Tage 6,20 und 6,09.

Kurve 18.



——— M. r. Rectus

– – – – M. Rectus

In den folgenden Untersuchungen wurden von einem Tier mehrere Muskeln darauf untersucht, ob sie den gleichen Verlauf der pH-Kurve und die gleiche Höhe der H-Jonen-Konzentration aufweisen.

Versuch 19.

Material:

Von einer schwarzbunten 4½jährigen Kuh in gutem Ernährungszustand mit ausgebreiteter Tuberkulose des Bauchfelles und des Darmes wurden folgende Proben untersucht.

Tag	M. long. colli	Zwerchfell	M. ulnaris	M. rectus	M. extensor dig. com	Temperatur
2 Std.	6,82	6,73	7.11	6,67	6,61	+ 3° C
1	6,59	6,51	6,71	6,34	6,25	+ 3° C
2	6,19	6,34	6,35	6,10	5,94	+ 2° C
5	6,22	6,40	6,36	6,14	6,09	+ 3° C
6	6,30	6,50	6,36	6,22	6,18	+ 2° C
7	6,35	6,60	6,39	6,25	6,24	+ 4° C
8	6,54	6,65	6,42	6,15	6,26	+ 4° C
9	6,48	6,63	6,49	6,17	6,23	+ 4° C
10	6,51	6,39	6,28	5,92	5.91	+ 4° C
12	6,93	6,72	6,60	6,38	6,22	+ 4° C

Versuchsergebnis:

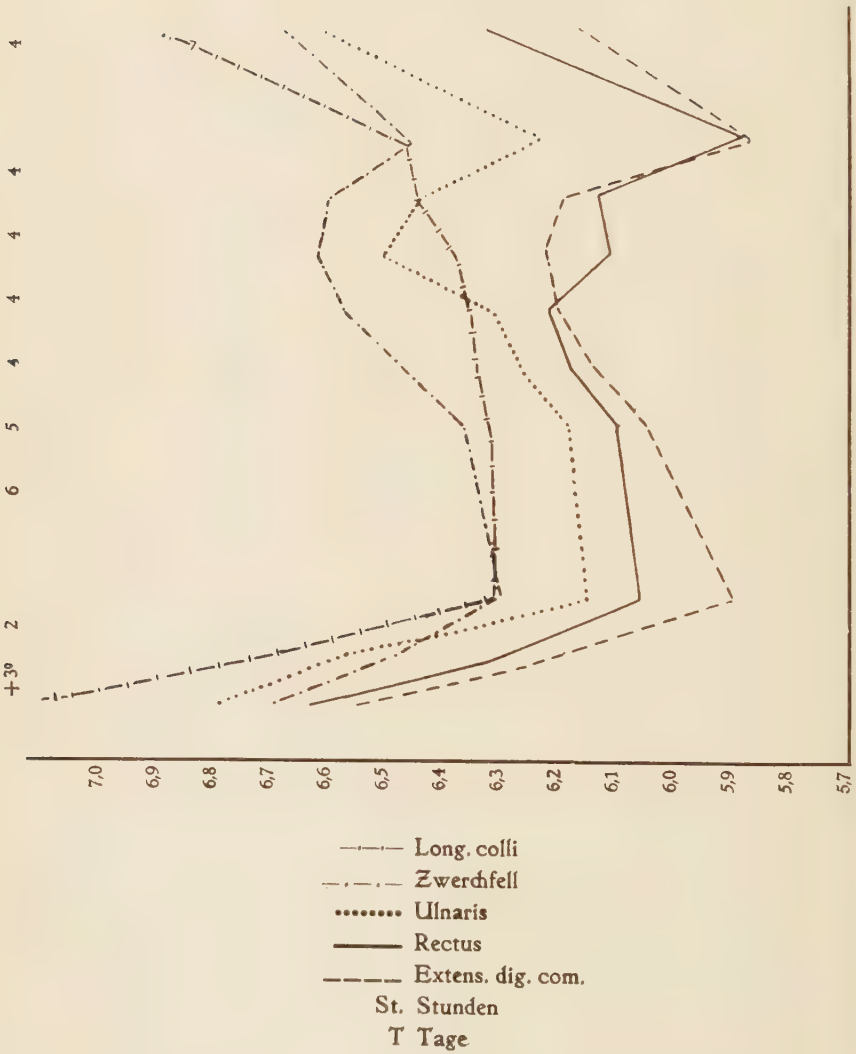
Zu Beginn des Versuches ist die H-Jonen-Konzentration des M. ulnaris am höchsten und beträgt 7,11; die des M.rectus und M.extensor dig. com. sind am niedrigsten mit 6,6. Bis zum 2. Tag sinken die pH-Zahlen, dann steigen sie bis zum 8. Tag, darauf erfolgt ein Absinken bis zum 10., das beim M.rectus bereits am 7. Tag beginnt. Die pH-Jonen-Konzentration am 10. Tag ist teilweise niedriger als am 2. Tag. Die Werte steigen dann bis zum 12. Tag steil an, das Fleisch ist verdorben und reagiert positiv auf die Ebersche Probe. Während des ganzen Versuches haben haben M.rectus und M.extensor dig. com. die tiefsten pH-Werte, während die Werte von M.long. colli, Zwerchfell und M.ulnaris beträchtlich höher sind.

Versuch 20.

Material:

Bei einer schwarzbunten mäßig genährten 7—8jährigen Kuh mit ausgebreiteter Tuberkulose der Pleura und des Peritoneums wurden dieselben Proben untersucht wie in Versuch 19.

Kurve 19.



Long. colli
Zwerchfell
Ulnaris
Rectus
Extens. dig. com.
St. Stunden
T Tage

Tag	M. long. colli	Zwerchfell	M. ulnaris	M. rectus	M. extensor dig. com.	Temperatur
2 Std.	6,64	6,62	7,28	6,81	6,70	
1	6,31	6,35	6,68	6,33	6,37	+ 4°
2	6,10	6,08	6,21	6,02	6,01	+ 4°
4	6,32	6,40	6,41	6,38	6,35	+ 4°
5	6,27	6,30	6,43	6,27	6,31	+ 4°
6	6,36	6'31	6,51	6,36	6,35	+ 2°
7	6,47	6'36	6,54	6,49	6,53	+ 2°
8	6,57	6,58	6,70	6,55	6,60	+ 3°

Versuchsergebnis:

In diesem Versuch ist der Anfangswert des M.ulnaris außerordentlich hoch, er beträgt 7,28. Die tiefste Säuerung wird nach zweimal 24 Stunden von M.rectus und M.extensor dig. com. mit 6,02 und 6,01 erreicht. Bis zum 4. Tag steigen die Werte an und sinken dann am 5. Tag ab mit Ausnahme des M.ulnaris-Wertes. Darauf erfolgt ein Ansteigen bis zum 8. Tag, an dem das Fleisch verdorben ist. Am 7. Tag ist die Ebersche Probe noch negativ, obwohl die pH-Werte höher als 6,4 sind. Außer dem wäßrigen Zustand des Fleisches sprechen an diesem Tag keine Anzeichen für beginnende Verderbnis. Am 8. Tag ist die Ebersche Probe positiv. In diesem Versuch haben ebenfalls der M.rectus und der M.extensor dig. com. die niedrigsten pH-Werte; die höchsten hat der Ulnaris. Am 6., 7. und 8. Tag hat das Zwerchfell den niedrigsten pH-Wert. In der graphischen Darstellung wurde um die Anschaulichkeit zu wahren, die Kurve des Extensor dig. com. nicht eingezeichnet. Sie verläuft ähnlich der des M.rectus.

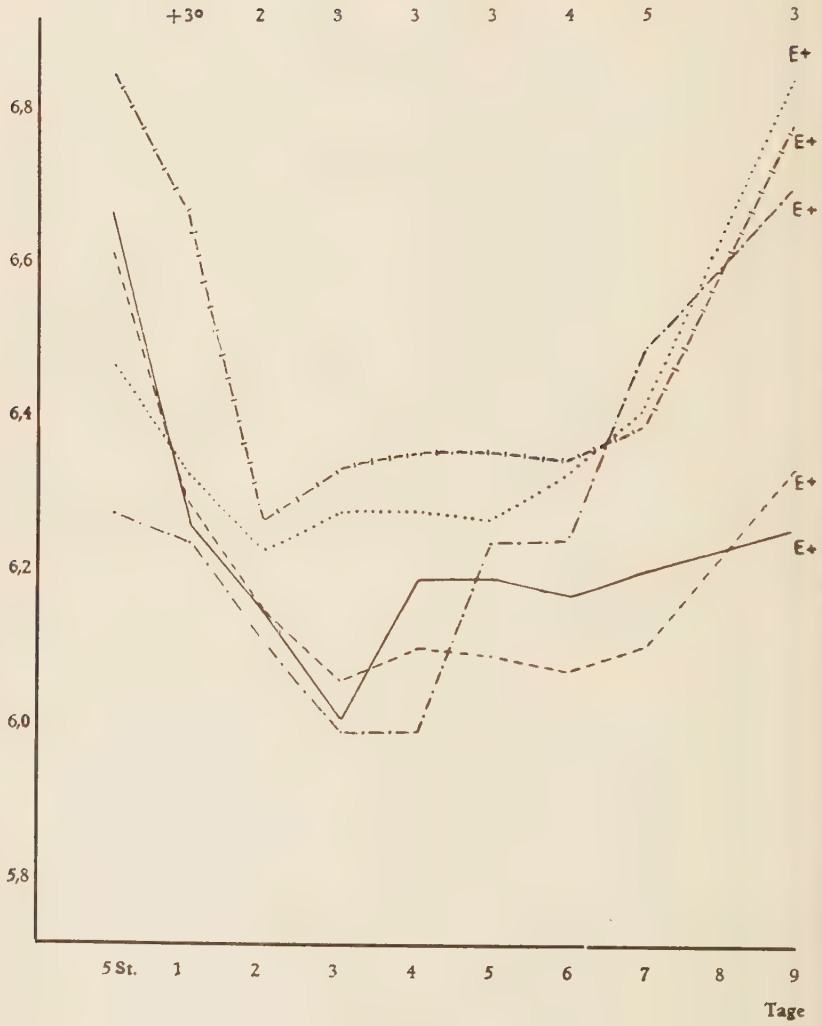
Versuch 21.

Material:

Von einer 7jährigen Gelbscheck-Kuh in mäßigem Ernährungszustand mit ausgebreiteter Tuberkulose des Bauchfelles, der Pleura und des Herzbeutels wurden dieselben Proben wie im vorigen Versuch mit Ausnahme des Zwerchfelles untersucht. Dafür wurde der M.psoas genommen.

Tag	M. long. colli	M. ulnaris	M. rectus	M. psoas	M. extensor dig. com.	Temperatur
5 Std.	6,49	6,88	6,69	6,29	6,65	
1	6,34	6,61	6,28	6,25	6,30	+ 3°
2	6,24	6,28	6,18	6,02	6,16	+ 2°
3	6'29	6,35	6,02	6,00	6,07	+ 3°
4	6,29	6,37	6,20	6,00	6,11	+ 3°
5	6,28	6,37	6,20	6,25	6,10	+ 3°
6	6,34	6,36	6,18	6,25	6,08	+ 4°
7	6,42	6,40	6,21	6,50	6,11	+ 5°
9	6,85	6,80	6,27	6,72	6,35	+ 3°

Kurve 21.


+3°
2
3
3
3
4
5
3
E+
E+
E+
E+
E+
6,8
6,6
6,4
6,2
6,0
5,8
5 St.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Tage
Ulnaris
Rectus
Extens. dig. com.
Long. coll.
Psoas

Versuchsergebnis:

Die nach der Schlachtung gemessenen Werte sind sehr niedrig, besonders der Wert des M.psoas mit 6,29. Die tiefste Säuerung wird am 3. Tag von M.psoas, M.rectus und M.extensor dig. com. erreicht, M.long. colli und M. ulnaris erreichen ihre tiefsten Werte bereits am 2. Tag. Es erfolgt dann bei allen ein Ansteigen mit Ausnahme des M.psoas, der seinen Wert vom 4. Tag beibehält. Am 6. Tag erfolgt ein Absinken der pH-Werte; der Wert des M.long. colli sinkt bereits am 5. Tag. Bis zum 9. Tag steigen die Werte an und es erreichen M.long. colli, M.ulnaris und M.psoas recht hohe Werte von 6,85; 6,80 und 6,72. Niedriger sind die Werte des M.extensor dig. com. und des M.rectus mit 6,35 und 6,27. Erst am 9. Tag reagiert das Fleisch positiv auf die Ebersche Probe.

Versuch 22.

Material:

Von einer 8jährigen Gelbscheck-Kuh in gutem Ernährungszustand mit Tuberkulose der Lunge, der Pleura und des Bauchfelles werden dieselben Muskeln untersucht wie in Versuch 21. Das Fleisch ist wäßrig.

Tag	M. long. colli	M. ulnaris	M. rectus	M. psoas	M. extensor	Temperatur
2 St.	6,80	6,82	6,48	6,66	6,75	
1	6,57	6,77	6,50	6,61	6,60	+ 3°
2	6,46	6,74	6,37	6,56	6,50	+ 2°
3	6,39	6,64	6,36	6,47	6,78	+ 3°
4	6,42	6,87	6,38	6,54	6,78	+ 3°
5	6,66	6,89	6,39	6,57	6,76	+ 3°
7	6,47	6,91	6,38	6,50	6,66	+ 5°
8	6,64	6,95	6,25	6,42	6,63	+ 2°
9	6,72	6,84	6,48	6,61	6,69	+ 3°
10	6,70	6,96	6,62	6,58	6,73	+ 2°

Versuchsergebnis:

Zu Beginn des Versuches sind die Werte sehr hoch mit Ausnahme des M.rectus; sein Wert beträgt 6,48. Bis zum 3. Tag sinken die Werte ab und haben hier ihre tiefste Säuerung erreicht, der M.-extensor dig. com. hingegen bereits am 2. Tag. Anschließend steigen die pH-Werte an und sinken am 7., 8. und 9. Tag wieder ab. Der M.rectus zeigt während des Versuches einen gleichmäßigen Verlauf ohne größere Schwankungen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Muskeln sind recht beträchtlich, so hat der M.rectus am 7. Tag einen Wert von 6,38, der M.ulnaris einen von 6,91. Am 10. Tag ist das Fleisch verdorben und reagiert positiv auf die Ebersche Probe.

Die tiefste Säuerung während des ganzen Versuches wird vom M.rectus erreicht, dann folgt der M.psoas. Auffallend ist der hohe Wert des M.extensor dig. com.

Versuch 23.

Material:

Von einem 2jährigen Gelbscheck-Rind mit Tuberkulose der Lunge, der Leber, des Darmes, der Milz und den Fleischlymphknoten einer Seite wurden dieselben Muskeln untersucht wie in Versuch 22. Das Tier hatte noch eine weitgehende Aortenverkalkung.

Tag	M. long. colli	M. ulnaris	M. rectus	M. psoas	M. extensor dig. com.	Temperatur
2 Std.	6.85	6,85	6.89	6,68	7,05	
1	6,46	6,45	6,30	6,20	6,65	± 0°
3	6,40	6,44	6,20	6,16	6,23	± 0°
4	6,41	6,55	6,40	6,10	6,15	— 2°
5	6,36	6,58	6,62	6,22	6,32	± 0°
6	6,69	6,91	6,75	6,27	6,34	— 1°

Versuchsergebnis:

Zu Beginn des Versuches ist der pH-Wert besonders hoch, der M.extensor dig. com. hat einen Wert von 7,05, der M.psoas den niedrigsten Wert mit 6,68. Am 1. Tag sinkt der Wert schnell ab, es erfolgt schon ein Ansteigen des Wertes des M.ulnaris. Der M.rectus erreicht seine tiefste Säuerung am 3. Tag mit 6,2; der M.extensor dig. com. und der M.psoas am 4. Tag mit 6,15 und 6,1. Der M.long. colli erreicht die tiefste Säuerung erst am 5. Tag mit 6,36. Anschließend steigen alle Werte rasch an und am 6. Tag reagieren alle Fleischstücke positiv auf die Ebersche Probe.

Versuch 24.

Material:

Von einem 2jährigen sehr gut genährten Rinde, das wegen Pericarditis traumatica notgeschlachtet werden mußte, wurden die zur bakteriologischen Fleischbeschau verwandten Proben untersucht.

Tag	M. rad. dors.	M. rectus	M. extensor dig. com.	Temperatur
1	5,97	5,82	5,93	+ 2°
2	6,00	5,94	5,96	+ 1°
3	6,02	5,94	6,00	+ 3°
4	6,03	5,97	6,01	+ 3°
5		6,01		— 2°
6		6,00		— 1°

Versuchsergebnis:

Der M.radialis dorsalis zeigt an allen Tagen den höchsten Wert, der M.rectus den tiefsten, während der M.extensor dig. com. einen mittleren einnimmt. Die tiefste Säuerung erreicht der M.rectus mit 5,82 am 1. Tag, dann steigt die Säuerung am 2. Tag auf 5,94. Am 5. Tag hat der M.rectus in einer aufsteigenden Kurve den Wert von 6,01 erreicht. Das Fleisch hat eine genügend tiefe Säuerung erfahren.

Versuch 25.

Material:

Von einer 5jährigen sehr kräftigen und gut genährten Kuh, die bei der Geburt wegen allzugroßer Frucht notgeschlachtet werden mußte, wurden M.long. dorsi, M.rectus und M.psoas untersucht. Die Muskulatur war wenig ausgeblutet.

Tag	M. long. dorsi	M. rectus	M. psoas	Temperatur
2	6,39	6,27	6,29	
3	6,26	6,50	6,57	± 0°
4	6,42	6,57	6,39	+ 2°
5	6,20	6,36	6,31	± 0°
6	6,16	6,27	6,25	+ 1°
7	6,34	6,34	6,38	+ 1°
8	6,38	6,50	6,43	+ 1°

Versuchsergebnis:

Da die Kuh nicht im Schlachthof geschlachtet worden war, konnte die erste Untersuchung erst nach 2 Tagen erfolgen. Auffallend ist der steile Anstieg der Kurve vom 2. zum 3. Tag. Die tiefste Säuerung dürfte am 1. Tag vorhanden gewesen sein, da das Fleisch nicht im Kühlhaus aufbewahrt war. Bemerkenswert ist der hohe Wert des M.rectus, der wohl auf die starke Beanspruchung bei der Geburt und den vermehrten Blutreichtum zurückzuführen ist. Die höchsten Werte werden am 3. Tag bei M.psoas mit 6,57, bei M.rectus am 4. Tag ebenfalls mit 6,57 gemessen. Dann sinken die pH-Werte, und am 6. Tag erreicht der M. long. dorsi seinen nachweisbaren tiefsten Wert mit 6,16. Darauf steigen die pH-Zahlen, und am 8. Tag reagieren alle Fleischstücke positiv auf die Ebersche Probe. Der Versuch zeigt, daß durch die Anstrengung die pH-Werte erhöht werden.

Versuch 26.

Material:

Von einer 6jährigen Gelbscheck-Kuh in mäßigem Ernährungszustand, die wegen akuter Lungenentzündung notgeschlachtet werden mußte, wurden die bakteriologischen Proben untersucht.

Tag	M. rad. dors.	M. rectus	M. extensor dig. com.	Temperatur
6 Std.	6,60	6,58	6,60	
1	6,26	6,23	6,16	± 0°
2	6,21	6,06	6,11	+ 2°
3	6,14	6,04	6,15	+ 2°
4	6,23	6,04	6,13	+ 2°
5	6,30	5,94	6,00	± 0°
6	6,29	6,21	6,12	± 0°
7	6,33	6,29	6,20	+ 2°
8	6,31	6,14	6,18	± 0°
9	6,45	6,20	6,20	+ 1°
10	6,26	6,20	6,26	+ 1°
11	6,31	6,27	6,26	+ 1°
12	6,21	6,24	6,18	+ 1°
13	6,25	6,10	6,33	+ 1°
14	6,45	6,36	6,33	+ 1°
15	6,30	6,02	6,26	+ 1°

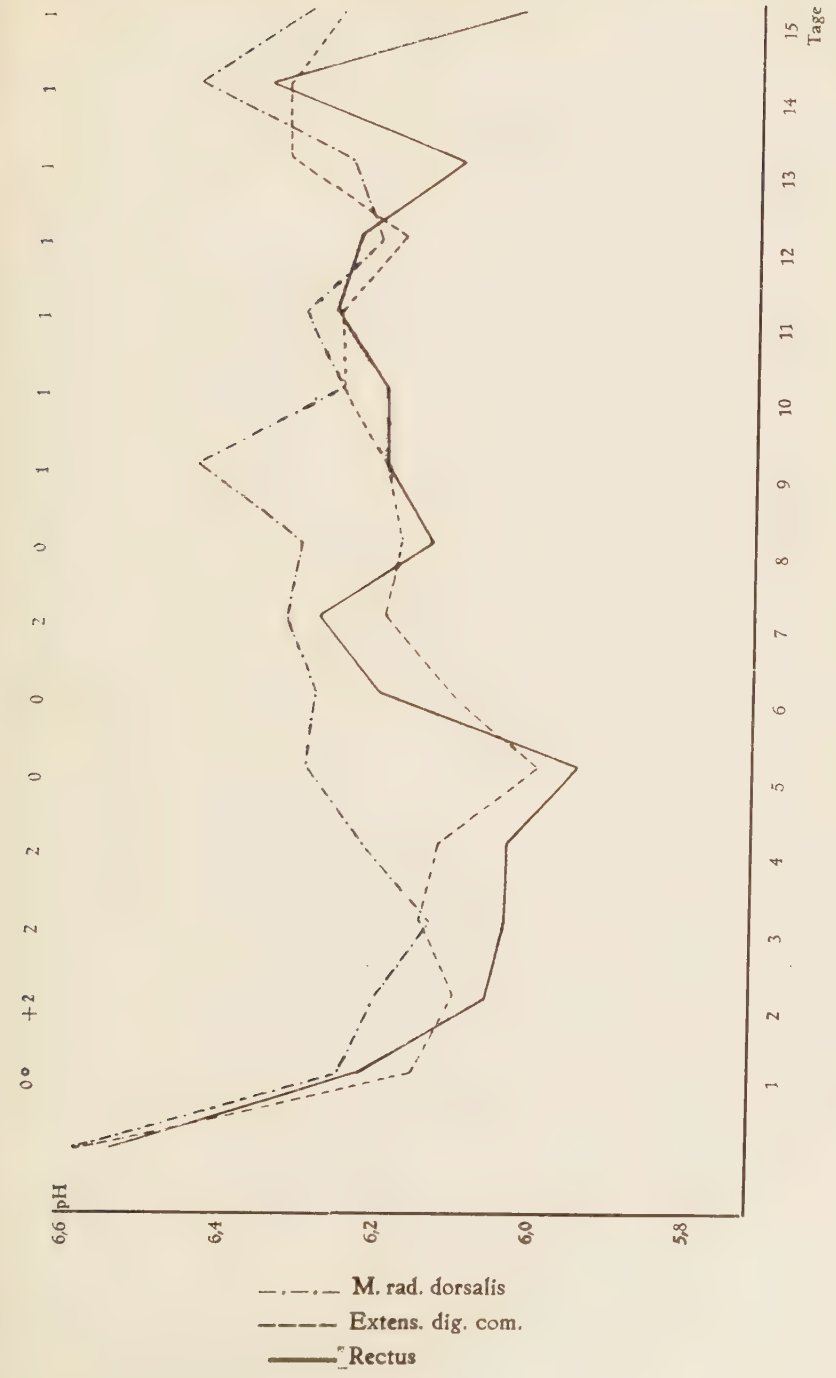
Versuchsergebnis:

Der M.radialis dorsalis erreicht seinen tiefsten pH-Wert bereits am 3. Tag mit 6,14, der M.rectus und M.extensor dig. com. erreichen den tiefsten Wert erst am 5. Tag mit 5,94 und 6,0. Es erfolgt dann ein Ansteigen der Werte, die einen Höhepunkt am 7. Tag erreicht, (der M.radialis dorsalis erst am 9. Tag). Am 12. und 13. Tag sinken die Werte und steigen am 14. Tag noch einmal stark an, um am 15. recht tief zu sinken. Der Wert des M.rectus beträgt hier 6,02, der des M.radialis dorsalis 6,30 und der des M.extensor dig. com, 6,26. Um eventuell vorhandene säurebildende Bakterien festzustellen, im Hinblick auf den 3. tiefen Abstieg der pH-Werte wurde eine Agarplatte und eine Lackmus-Lactose-Platte beimpft. Aus dem Innern des Fleisches sind am folgenden Tag keine Keime gewachsen. Darauf werden die Platten mit der Außenseite eines Fleischstückchens beimpft, es wachsen grampositive Stäbchen und Kokken, jedoch keine Säurebildner. Am 15. Tag hat das Fleisch den oben angeführten tiefen pH-Wert, eine tief dunkelrote, teilweise graue Farbe, ist sehr brüchig und hat einen intensiven aromatischen Geruch. Die Ebersche Probe ist negativ.

Zusammenfassung.

Der Versuch Nr. 1 läßt den Einfluß von Bindegewebe, Fett und Blut auf die H-Jonen-Konzentration erkennen. Insbesondere bewirkt schon ein geringer Blutgehalt eine Erhöhung der H-Jonen-Konzentration, während Fett erst in größeren Beigaben eine wesent-

Kurve 26.


0° +2 2 2 0 0 2 0 1 1 1 1 1 1 1 1
pH
6,6
6,4
6,2
6,0
5,8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Tage
M. rad. dorsalis
Extens. dig. com.
Rectus

liche Aenderung der pH-Zahlen hervorruft. Aus diesem Grunde wurden bei den weiteren Versuchen Muskeln ausgewählt, die wenig Fett und Bindegewebe enthalten und keinen größeren Blutgehalt aufweisen. Solche Muskeln sind der M.rectus, der M.psoas und der M.longissimus dorsi; aus wirtschaftlichen Gründen wurde meist der M.rectus untersucht. Nach den Angaben von Makaritscheff (17) und Postma (23) üben Temperaturen um 0° herum eine hemmende Wirkung auf den Verlauf der Säuerung aus und deshalb wurden die Versuche bei diesen Temperaturen ausgeführt, um durch die Verzögerung der H-Jonen-Bildung und tägliche Messung ein recht anschauliches Bild von dem Verlauf der Säuerung zu bekommen. Der typische Verlauf der H-Jonen-Konzentration wie er von Andrejewski (1), und Makaritscheff in einer Parabel mit nach oben geöffnetem Bogen angegeben wird, konnte bei diesen Versuchen nicht beobachtet werden. Lediglich der Abfall der pH-Zahlen in den ersten Tagen nach der Schlachtung stimmt mit den früheren Angaben überein. Während der Eintritt der tiefsten Säuerung nach den Angaben der meisten Autoren nach 20—24 Stunden erfolgen soll, nach Schlag (24) erst nach zweimal 24 Stunden, tritt sie bei Aufbewahrung der Fleischstücke im Kühlhaus erst nach zwei- oder dreimal 24 Stunden ein, in einigen Fällen erst nach viermal 24 Stunden und in einem Falle noch später. Bei Zimmertemperatur wurde die tiefste Säuerung nach 24 Stunden gemessen. Dieser Befund stimmt mit den Angaben Makaritscheffs insofern überein, als tiefe Temperaturen den Verlauf der Säuerung verzögern. Der weitere Verlauf der H-Jonen-Konzentration zeigt eine intermittierende Kurve; die pH-Zahlen steigen nach dem Erreichen der tiefsten Säuerung an und fallen wieder, wobei die tiefen pH-Werte der ersten Säuerung meist nicht mehr erreicht werden. Die Ausnahmen dürften wohl so zu erklären sein, daß die tiefen pH-Werte der ersten Säuerung nicht richtig erfaßt wurden, daß die Messung zu früh oder zu spät erfolgte. Bei einigen Versuchen scheint nach einer bestimmten Zeit, nach 3—4 Tagen, jeweils ein Absinken der pH-Werte stattzufinden, so in den Versuchen 2, 3, 4, 6, 7, 8. Bei einer Anzahl anderer Versuche wurde einige Tage bevor die Fleischproben positiv auf die Ebersche Probe reagierten, ein auffallend tiefes Absinken der pH-Werte, meist nahe an den Wert der ersten Säuerung heranreichend, beobachtet, so in den Versuchen 12, 13, 14, 15, 16 und 18. Die Differenzen zwischen den einzelnen Höchst- und Tiefpunkten der H-Jonen-Kurve sind bei ermüdeten Tieren recht beträchtlich, so in Versuch 2 und 12. In beiden Fällen sind es Bullen, die zum

Schlachthof getrieben werden; die Rinder werden meist gefahren. Der Bulle in Versuch 12 ist außerdem tags zuvor mit der Bahn transportiert worden und aus diesem Grunde zeigt die H-Jonen-Konzentration sehr große Schwankungen.

Weiterhin ist beachtenswert, daß die pH-Zahlen oft über 6,2 und 6,4 ansteigen und später wieder darunter sinken. Nach der Einteilung von Schoon (28), Schönberg (27) u. a. ist Fleisch, das einen pH-Wert von 6,2 hat, minderwertig, bei einem pH-Wert von 6,4 untauglich. Entsprechend dieser Einteilung müßte in Versuch 4 das Fleisch am 7., 8. und 9. Tag minderwertig sein, am 10. und 11. Tag könnte es nicht beanstandet werden. In Versuch 2 wäre das Fleisch am 6. Tag minderwertig, am 7. nicht zu beanstanden, am 8. und 9. minderwertig und am 10. wieder tauglich. In Versuch 7 wäre das Fleisch am 10. Tag untauglich, am 11. minderwertig. Noch deutlicher zeigt der Versuch 12, daß eine derartige Einteilung nicht den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. In Versuch 12 ist am 4. Tag der pH-Wert 6,7 und es müßte nach Schoon bereits organoleptisch die Anzeichen der Fäulnis nachzuweisen sein. Am 9. Tag beträgt der pH-Wert noch 6,14, am 10. Tag wird 6,4 überschritten und am 14. Tag beträgt der pH-Wert nur 6,03. In Versuch 26 reagiert am 15. Tag das Fleisch negativ auf die Ebersche Probe bei einem pH-Wert von 6,02, der Geruch des Fleisches ist dagegen nicht besonders gut. Diese Versuche zeigen, dass einer bestimmten H-Jonen-Konzentration nicht einem bestimmten Fäulnis- oder Zersetzungsgrad entspricht und eine derartige schematische Einteilung auf Grund der Untersuchung nicht möglich ist. Der positive Ausfall der Eberschen Probe ist ebenfalls nicht an eine bestimmte pH-Zahl gebunden, wie es entsprechend den früher gemachten Einteilungen und der von Makaritscheff (19) aufgestellten Kurve zu erwarten wäre. Bei dem positiven Ausfall der Eberschen Probe sinken teilweise die Werte ab. So ist der Ausfall der Eberschen Probe in Versuch 8 am 12. Tag bei einem pH-Wert von 7,35 negativ, am folgenden Tag bei einem pH-Wert von 7,04 positiv. In Versuch 11 ist die Ebersche Probe am 15. Tag positiv bei einem pH-Wert von 6,35, am 17. Tag beträgt der pH-Wert nur 6,28. In Versuch 23 reagiert das Fleisch am 7. Tag positiv auf die Ebersche Probe bei einem pH-Wert des Psoas von 6,27.

In den Versuchen 17 bis 23 wurden verschiedene Muskeln eines Tieres untersucht, um festzustellen, ob sie gleichmäßig säuern. Es ergaben sich zwischen den einzelnen Muskeln bedeutende Unter-

schiede. In allen Versuchen zeigte der Rectus besonders tiefe pH-Werte, dann folgen M.psoas, M.longissimus dorsi und M.extensor digitorum communis. Weit höhere Werte zeigten der M.longus colli, Zwerchfell und M.ulnaris. Die hohen pH-Werte dieser Muskeln sind zweifellos bei M.longus colli und Zwerchfell auf vermehrten Blutgehalt, bei M.ulnaris auf starke bindegewebige Durchsetzung zurückzuführen.

Bei der Beobachtung der Farbe des Extraktes, auf die Postma (23) hinweist, wurden bei allen M.recti eine gleichmäßig helle gelbrötliche Farbe ohne besondere Schwankungen festgestellt. M.longus colli, Zwerchfell und teilweise auch M.ulnaris zeigten eine mehr rote Färbung, die jedoch außerordentlich schwankend und unbeständig, keinen Anhaltspunkt für die Beurteilung bot, sie dürfte auf vermehrten Blutgehalt dieser Muskeln zurückzuführen sein.

Bei einigen Untersuchungen zeigte der Extrakt des M.ulnaris nach einigen Tagen eine Trübung, die Filtrationsgeschwindigkeit war herabgesetzt, das Fleisch fühlte sich weich und schmierig an, reagierte jedoch negativ auf die Ebersche Probe. Einige Zeit später verschwand die Trübung wieder. Dieselbe Beobachtung wurde bei der Untersuchung des M.rectus in Versuch 15 gemacht, da hier die Probe 20 Tage untersucht wurde. Die Trübung trat am 15. Tag auf und verschwand am 17. wieder. Die Trübung des Extraktes ist also nicht beständig, sie tritt im Stadium beginnender Autolyse auf.

Schlußsätze.

1. Zur H-Jonen-Messung eignen sich nur Muskeln, die wenig Fett- und Bindegewebe enthalten und geringen Blutgehalt aufweisen, z. B. der M.rectus, der M.psoas und der M.longissimus dorsi.

2. Verschiedene Muskeln eines Tieres zeigen verschiedene H-Jonen-Konzentration.

3. Unmittelbar nach der Schlachtung hat Rindfleisch eine schwach sauere Reaktion, in vereinzelten Fällen eine neutrale oder alkalische.

4. Nach der Schlachtung erfogt die Säuerung. Ihr Verlauf ist abhängig von der Aufbewahrungstemperatur. Bei Zimmertemperatur ist die stärkste Säuerung nach 24 Stunden erreicht, bei Temperaturen um 0° erst nach zwei, drei oder vier Tagen.

6. Der weitere Verlauf der H-Jonen-Kurve zeigt keinerlei Regelmäßigkeit und gestattet keine Rückschlüsse auf den Zustand des Fleisches. Insbesondere ist die Festsetzung bestimmter pH-Zahlen für das Stadium beginnender Fleischfäulnis oder bereits eingetretener nicht möglich.

6. Der positive Ausfall der Eberschen Probe ist nicht an eine bestimmte pH-Zahl gebunden.

7. Bei Tieren mit ausgebreiteter Tuberkulose und bei Notschlachtungen erreicht die erste Säuerung nicht so hohe Werte als bei gesunden Tieren.

8. Erfolgt die Messung der pH-Werte, sobald die Säuerung ihr Maximum erreicht hat, also binnen 4 Tagen nach der Schlachtung, so gestattet sie ein Urteil über das Vorhandensein von säuerungsfähigem Material und erleichtert die Beurteilung des Fleisches.

9. Die Messung der H-Jonen-Konzentration an einem späteren Zeitpunkt als dem obigen, kann nicht zur Beurteilung des Fleisches herangezogen werden.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Stadtveterinärrat Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller für die Ueberlassung des Themas und die jederzeit gewährte Unterstützung in Rat und Tat zu danken.

Literaturverzeichnis.

1. Andrejewski, Petro: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Ztschr. f. Inf. Krh. d. Haust. 1928, Bd. 32.
2. Bongert, Jakob: Bakteriologische Dianostik. Berlin 1925. Verlag R. Schoetz.
3. Bongert, Jakob: Veterinäre Lebensmittelüberwachung. Berlin 1930. Verlag R. Schoetz.
4. Bürger, Karl: Die Lebensvorgänge des menschlichen Körpers Stuttgart 1925 Verlag K. K. Lutz (Eckstein & Stähle).
5. Claussen: Über die Wasserstoffionenkonzentration in Leber und Niere des Schweines. Ztschr. f. Inf. Krh. d. Haust. 1933, Bd. 43, S. 126.
6. Fooy, I. P.: Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration als Mittel zur Beurteilung des Fleisches (Tijdschrift v. Diergk. 58, 190. 1931). Ref. in Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1931, Bd. 41, S. 337.
7. Fooy, I. P.: Hat die Wasserstoffionenkonzentration Einfluß auf den Keimgehalt des Fleisches? (Tijdschrift v. Diergk. 59. 719. 1932) Ref. in Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1933, Bd. 43, S. 258.
8. Graveninger: Die Bedeutung des Keimgehaltes und der Wasserstoffionenkonzentration für die Beurteilung der Wurst. Ztschr. f. Vetkde. 1934, Bd. 46, S. 205.
9. Grüttner, Felix: Über die Feststellung der Wasserstoffjonenkonzentration als Hilfsmittel zur Beurteilung des Fleisches. Ztschr. f. Inf. Krh. d. Haust. 1929, Bd. 36, S. 287.
10. Grüttner, Felix,: Fleichbeschau und Haltbarkeit des Fleisches. B.T.W. 1929, Bd. 45, S. 220.
11. Grüttner, Felix,: Über die Fäulnis beim Frischfleisch. Deutsche Schlachthofzeitung 1932, S. 1.
12. Hemmert-Halswick: Zur Haltbarkeit des Fleisches. B. T. W. 1934, S. 464.
13. Herzner und Mann: Studien über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Ztschr. f. Unters. d. Lebensmittel. 1926, S. 215.
14. Hof: Die Tenazität des Maul- und Klauenseuchenvirus in der Skelettmusmuskulatur von Meerschweinchen unter Berücksichtigung der Wasserstoffionenkonzentration. Ztschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1935, S. 169.
15. Hökl: Über die Wasserstoffjonenkonzentration im Hinblick auf ihren Wert bei der praktischen Fleischbeurteilung. Deutsche Schlachthofzeitung, 1932, S. 269—271.
16. Keller, H.: Über die Rolle des Bindegewebes bei der pH-Bestimmung des Fleisches. Ztschr. f. Fl. u. Milchhyg. 1936. S. 89.
17. Derselbe: Zur Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentrationen in Rinder und Schweinemuskulatur mittels Methylrot-Indikator-Folien. D. S. Z. 1936, S. 281.
18. Lenfeld: zit. n. Hökl (15).
19. Makaritscheff, G. A.: Der Versuch einer biochemischen Fleischuntersuchung nach der Methode von Andrejewski. Ztschr. f. Inf. Krh. d. Haust. 1930, Bd. 37, S. 52.
20. Makaritscheff, G. A.: Die Wirkung niedriger Temperaturen auf chemofermentative Prozesse ungereiften Fleisches. B. T. W. 1931, Bd. 41, S. 523.
21. Makaritcheff, G. A.: Einige Daten über Kamelfleisch. Ztchr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1931, Bd. 41, S. 181—182, S. 207—212.

22. Martin: Dissertation Giessen 1906.
23. Messner, H.: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle (Prager Archiv f. Tiermedizin VII, A, 1928) Ref. in Ztchr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1928, Bd. 39, S. 69.
24. van Oyen: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, pH, des Fleischextraktes. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1928, Bd. 39, S. 69.
25. Postma, C: pH-Bestimmungen in Fleischsäften. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1934, Bd. 44, S. 182—184, S. 206—208.
26. Schlag, E.: Dissertation Giessen. 1936.
27. Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel. Berlin 1932, Verlag von R. Schoetz.
28. Schönberg, F.: Über die Fischfäulnis und ihre bakteriologische Diagnose. B. T. W. 1930, Bd. 46, S. 429.
29. Schönberg, F.: Gibt es eine durch Autolyse hervorgerufene Zersetzung des Fischfleisches? B. T. W. 1931, Bd. 47, S. 75.
30. Schoon: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration und ihr Wert für die Beurteilung von Fleisch von kranken Tieren I. D. Utrecht 1931. Ref. in Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1932, S. 161.
31. Vacha und Dohnal: zit. n. Hökl (15).

Lebenslauf.

Am 11. März 1912 wurde ich, Wilhelm Krieger als Sohn des Gastwirtes Gustav Heinrich Krieger und seiner Ehefrau Lisette geb. Strack zu Holzhausen an der Haide geboren. Vom 6. bis zum 14. Lebensjahr besuchte ich die Volksschule zu Holzhausen a. d. H. Ostern 1926 trat ich in die Untertertia der Christian-Wirth-Schule zu Usingen ein, wo ich am 13. Februar 1932 das Zeugnis der Reife erhielt. Anschließend arbeitete ich in den Köln-Deutzer-Motorenwerken. Im W.-S. 1932 begann ich das veterinär-medizinische Studium in Gießen und legte im August 1934 die tierärztliche Vorprüfung ab. Nach 2 weiteren Semestern in München setzte ich meine Studien in Gießen fort und meldete mich am 1. April 1937 zum Staatsexamen, das ich dann am 29. Juni 1937 beendete.